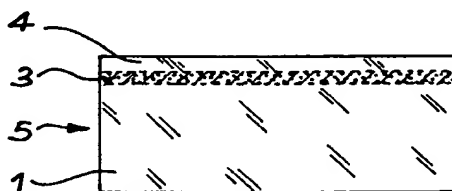


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H01L 21/20		A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/39377
			(43) Date de publication internationale: 5 août 1999 (05.08.99)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/00187 (22) Date de dépôt international: 29 janvier 1999 (29.01.99) (30) Données relatives à la priorité: 98/01061 30 janvier 1998 (30.01.98) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75015 Paris (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): ASPAR, Bernard [FR/FR]; 110, lotissement Le Hameau des Ayes, F-38140 Rives (FR). BRUEL, Michel [FR/FR]; Presvert n° 9, F-38113 Veurey (FR). JALAGUIER, Eric [FR/FR]; 205, chemin des Roux - Le Penet, F-38240 Saint Martin d'Uriage (FR). MORICEAU, Hubert [FR/FR]; 26, rue du Fournet, F-38120 Saint Egrève (FR). (74) Mandataire: BREVATOME; 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR).		(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>	

(54) Title: COMPLIANT SUBSTRATE IN PARTICULAR FOR DEPOSIT BY HETERO-EPITAXY

(54) Titre: SUBSTRAT COMPLIANT EN PARTICULIER POUR UN DEPOT PAR HETERO-EPITAXIE



(57) Abstract

The invention concerns a compliant substrate (5) comprising a support (1) and at least a thin layer (4), formed at the support surface and designed to receive, integrally, a structure causing stresses. The support (1) and the thin layer (4) are linked to each other by linking means (3) such that the stresses caused by said structure are wholly or partially absorbed by the thin layer (4) and/or by the linking means (3) which comprise at least a linking zone selected among the following linking zones: a layer of microcavities and/or a bonding interface whereof the bonding energy is controlled to enable absorption of said stresses.

(57) Abrégé

L'invention concerne un substrat compliant (5) comprenant un support (1) et au moins une couche mince (4), formée en surface du support et destinée à recevoir, de manière solidaire, une structure amenant des contraintes. Le support (1) et la couche mince (4) sont reliés l'un à l'autre par des moyens de liaison (3) tels que les contraintes amenées par ladite structure sont tout ou partie absorbées par la couche mince (4) et/ou par les moyens de liaison (3) qui comprennent au moins une zone de liaison choisie parmi les zones de liaison suivantes: une couche de microcavités et/ou une interface de collage dont l'énergie de collage est contrôlée pour permettre l'absorption desdites contraintes.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

SUBSTRAT COMPLIANT EN PARTICULIER POUR UN DEPOT PAR
HETERO-EPITAXIE

Domaine technique

5 La présente invention concerne un substrat
compliant, c'est-à-dire un substrat capable d'accepter
des contraintes induites par une structure qui y adhère
et qui peut être une couche déposée sur une surface de
ce substrat par hétéro-épitaxie de telle façon que
10 cette couche souffre le moins possible des contraintes.
Elle concerne également les procédés d'obtention de
tels substrats.

Etat de la technique antérieure

15 Les applications électroniques et
optoélectroniques demandent un nombre croissant de
matériaux semiconducteurs et en particulier de
semiconducteurs composés comme par exemple ceux du type
20 III-V. Cependant, actuellement on ne sait fabriquer des
substrats massifs que pour certains semiconducteurs
tels que par exemple le silicium, l'arséniure de
gallium, le carbure de silicium et le phosphore
d'indium. Pour d'autres semiconducteurs la solution
25 retenue est la croissance hétéro-épitaxiale sur un
substrat dont le réseau cristallin est adapté à celui
de la couche semi-conductrice à faire croître.

Cependant, cette contrainte d'adaptation
des paramètres de maille au niveau de l'interface de
30 croissance entre couche et substrat limite sévèrement
le nombre et la diversité des couches que l'on peut
ainsi faire croître, car il n'est que rarement possible
de trouver le substrat dont le réseau soit adapté à la
couche désirée. Ainsi, par exemple, il n'existe pas de

substrats massifs parfaitement adaptés à la croissance hétéro-épitaxiale de GaN, de AlN et InN.

L'utilisation de substrats mal adaptés conduit à la croissance de couches de très mauvaise
5 qualité. En particulier, dès que l'épaisseur de la couche dépasse une valeur critique d'autant plus faible que les réseaux sont désadaptés, les contraintes se relâchent dans la couche hétéro-épitaxiale par création de défauts de structures (en particulier des
10 dislocations).

Pour s'affranchir de ces problèmes, les spécialistes de l'épitaxie sur substrats épais ont utilisé des techniques de croissance incluant la réalisation d'un empilement de couches tampons dont
15 l'objectif est de permettre d'absorber les contraintes induites par la différence de paramètres de maille entre le substrat et la couche épitaxiée principalement dans le plan d'épitaxie et par la différence de coefficients de dilatation thermique entre les deux
20 matériaux. Dans ce dernier cas, la température d'élaboration de la couche épitaxiée est également un paramètre à prendre en compte. Cet empilement de couches tampons se termine par une couche superficielle servant alors à la germination de la couche épitaxiée
25 qui est la couche désirée. Cependant, même en utilisant tout ce savoir-faire, les matériaux obtenus contiennent toujours des défauts cristallins et ont souvent des qualités insuffisantes pour la réalisation de dispositifs optoélectroniques et/ou électroniques.

30 Pour remédier à ce problème, différentes études sur le substrat compliant ont été menées. On peut citer à titre d'exemple l'article "New Approach to Grow Pseudomorphic Structures over the Critical

Thickness" par Y.H. LO paru dans la revue Appl. Phys. Lett. 59 (18), 28 octobre 1991. Dans ce domaine, le substrat compliant est par essence un substrat cristallin dont la maille cristalline (paramètre de maille) n'est pas nécessairement adapté à la couche que l'on veut faire croître, mais qui possède la propriété, lorsque l'on fait croître la couche hétéro-épitaxiale, de relaxer les contraintes liées à la croissance de la couche, dans le substrat compliant lui-même ou à l'interface, au lieu de laisser les contraintes se relaxer dans la couche hétéro-épitaxiale. On obtient ainsi des couches hétéro-épitaxiales de très grande qualité et dans le principe, le substrat compliant permet la croissance de tout type de couche sur un réseau cristallin.

On peut classer la réalisation de substrats compliants selon trois groupes.

Un premier groupe se rapporte à un substrat très fin (quelques nm) et autoporteur, ce qui est très difficile à réaliser et même quasiment impossible si l'on veut obtenir de grandes surfaces. On pourra se reporter à ce sujet à l'article "Lattice Engineered Compliant Substrate for Defect-free Hetero-epitaxial Growth" de F.E. EJECKAM et al., paru dans la revue Appl. Phys. Lett. 70 (13), 31 mars 1997.

Un deuxième groupe se rapporte à une structure SOI (Silicium-Sur-Isolant) sur un substrat. Dans cas, le film superficiel obtenu est très fin et la couche isolante sous-jacente est susceptible de se déformer sous l'effet de la température pendant la croissance du film mince.

Un troisième groupe se rapporte à une structure du type dit "twist bonding" dans la

terminologie anglo-saxonne. Dans ce cas, le film mince, permettant la relaxation des contraintes appelée par la suite compliance, est réalisé au moyen d'un collage, par adhésion moléculaire, de deux substrats cristallins de même type, dont les réseaux cristallins sont désorientés, et en amincissant l'un d'eux jusqu'à ne laisser qu'une couche très fine. On pourra se reporter à ce sujet à l'article "Dislocation-free InSb Grown on GaAs Compliant Universal Substrates" de F.E. EJECKAM et al., paru dans la revue Appl. Phys. Lett. 71 (6), 11 août 1997. Ce collage avec désorientation induit au voisinage de l'interface la formation de dislocations qui se retrouvent dans la couche amincie, rendant celle-ci capable d'accommoder les contraintes lorsque l'on fait croître une couche hétéro-épitaxiale dessus.

Ces substrats compliantes selon l'art connu présentent certaines limitations dans leur utilisation. Pour le film autoporteur, la limitation réside dans la difficulté ou la quasi-impossibilité de réaliser un film de quelques nm sur une surface de plusieurs mm^2 et à fortiori de plusieurs dizaines de cm^2 . En effet, il n'existe pas de matériau suffisamment rigide à ces épaisseurs pour être manipulé. Pour la structure SOI, la limitation réside dans l'imparfaite compliance du substrat. En effet, celle-ci est liée à la capacité de l'isolant de se déformer (voire de fluer) pour pouvoir absorber des contraintes. Pour arriver à ce résultat, on doit avoir recours à des traitements thermiques à des températures élevées et/ou à des compositions adaptées (par exemple, dopage B et P dans le cas d'un isolant de type SiO_2). Ces traitements thermiques ne sont pas toujours compatibles avec la couche à épitaxier. Pour le troisième groupe de substrats, la

difficulté est d'obtenir un collage sur une grande surface sans défaut et d'amincir la couche jusqu'à une très faible épaisseur. De plus, cette technique demande un très bon contrôle de la désorientation cristalline entre les deux substrats si l'on veut bien maîtriser le nombre et la nature des dislocations qui donnent le caractère compliant à ce type de structure.

Il est connu par ailleurs qu'une liaison intime entre deux matériaux peut être obtenue par adhésion moléculaire. Plusieurs cas peuvent se rencontrer en fonction des terminaisons présentes en surface au moment du collage. On parle par exemple de collage hydrophile ou hydrophobe.

L'hydrophilie de la surface est généralement obtenue à l'aide de nettoyages chimiques dont l'objectif est de saturer la surface en groupements hydroxyles OH (par exemple pour le silicium une densité surfacique de $4,6/\text{nm}^2$). Des molécules d'eau peuvent alors s'adsorber naturellement sur ces sites. La mise en contact de deux surfaces, ainsi préparées, entraîne leur adhésion avec une énergie de collage significative ($0,1 \text{ J/m}^2$ dans le cas d'un collage oxyde de silicium - oxyde de silicium) dès la température ambiante. Les traitements thermiques postérieurs permettent un renforcement de celui-ci du fait d'une évolution des liaisons présentes à l'interface. Ainsi, dans le cas de collage $\text{SiO}_2\text{-SiO}_2$, des traitements thermiques à basse température, typiquement inférieure à 300°C , entraînent le rapprochement des deux surfaces via des liaisons hydrogènes entre les groupements hydroxyles en vis-à-vis via l'apparition des premières liaisons Si-O-Si. L'énergie de collage augmente alors

régulièrement avec la température pour atteindre une énergie de collage de 2 J/m^2 à 900°C .

Par opposition, dans le cas d'un collage hydrophobe (c'est-à-dire un collage qui ne met pas en jeu des molécules d'eau ou des groupements hydroxyles), les surfaces sont généralement décapées avant collage de façon à éliminer tout l'oxyde natif. Les nettoyages utilisés pour le décapage laissent alors les surfaces saturées principalement en terminaisons Si-H par exemple pour du silicium. La tenue du collage n'est assurée que par une attraction de type Van der Waals et les énergies de collage alors mesurées à la température ambiante dans le cas d'un collage silicium-silicium (environ 10 mJ/m^2) correspondent bien au calcul théorique. Lors d'une montée en température des liaisons Si-Si sont formées par reconstruction des deux surfaces en contact.

Ce mécanisme de collage peut se produire pour la majorité des matériaux à partir du moment où ils ont une rugosité et une planéité suffisamment faibles. Ces deux procédés utilisés montrent bien qu'il est possible de contrôler les forces de collage entre les différents matériaux mis en contact en fonction des traitements de surface, des traitements thermiques effectués et de la rugosité de surface. Un exemple de l'évolution de cette énergie de collage est donnée dans l'article "Mechanism for Silicon Direct Bonding" par Y. BACKLUND et al., paru dans la revue J. Micromech. Microeng. 2 (1992), pages 158-160 (voir en particulier la figure 1). Cette énergie de collage est déterminée par une méthode mettant en jeu la propagation d'une fissure au niveau de l'interface de collage sous l'effet de l'introduction d'une lame au niveau de

l'interface de collage et parallèlement à cette interface.

Dès 1989, certains auteurs mentionnent la possibilité d'utiliser l'adhésion moléculaire pour
5 réaliser un collage entre un film multicouche de GaAs/InGaAs/GaAs, réalisé auparavant sur un substrat bien adapté vis-à-vis de cette structure, et un support de silicium oxydé. Une préparation de surface spécifique permet d'obtenir de faibles forces de
10 collage. On peut se référer à ce sujet à l'article "Characterization of Thin AlGaAs/InGaAs/GaAs Quantum-well Structures Bonded Directly to SiO₂/Si and Glass Substrates" par J.F. KLEM et al., paru dans la revue J. Appl. Phys. 66 (1), 1^{er} juillet 1989.

15 Il est également connu, par exemple par le document FR-A-2 681 472, que l'implantation par bombardement de gaz rare ou d'hydrogène dans un matériau semiconducteur, ou dans un matériau solide cristallin ou non (cf. FR-A-2 748 850), est susceptible
20 de créer des microcavités ou microbulles à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétration des espèces implantées. La morphologie (dimension, forme, ...) de ces défauts peut évoluer au cours de traitements thermiques, en particulier ces
25 cavités peuvent voir leurs tailles augmenter. Suivant la nature du matériau et surtout suivant ses propriétés mécaniques, ces cavités peuvent induire, suivant les conditions de traitement thermique, des déformations en surface nommées "blisters" dans la terminologie
30 anglo-saxonne. Les paramètres les plus importants à contrôler pour obtenir ces déformations sont la dose de gaz introduite au cours de l'implantation, la profondeur à laquelle les espèces gazeuses sont

implantées et le budget thermique fourni au cours de l'implantation. A titre d'exemple, une implantation d'hydrogène dans une plaque de silicium à une dose de $3 \cdot 10^{16} \text{ H}^+/\text{cm}^2$, pour une énergie de 40 keV, crée une

5 couche enterrée continue de microcavités d'environ 150 nm d'épaisseur, à une profondeur moyenne de 330 nm. On entend par couche continue une couche contenant des microcavités réparties de façon homogène sur une certaine épaisseur. Ces microcavités sont de forme

10 allongée (d'où leur nom de "platelets" en anglais). Elles possèdent par exemple une taille de l'ordre de 6 nm en longueur et de deux plans atomiques en épaisseur. Si un traitement thermique est effectué à 700°C durant 30 minutes, les microcavités grossissent

15 et voient leurs tailles passer par exemple de l'ordre de 6 nm à plus de 50 nm en longueur et de quelques plans atomiques à 4-6 nm en épaisseur. Par contre, aucune perturbation de la surface implantée n'est observée. En effet, la taille et la pression à

20 l'intérieur de ces cavités ne sont pas suffisantes pour induire des déformations en surface. On se trouve alors en présence d'une couche continue de défauts enterrés avec une zone contenant des microfissures (ou microcavités ou microbulles) mais sans aucune

25 dégradation de la surface.

La présence de microcavités est observée également dans le cas d'une implantation réalisée par bombardement d'hélium à la profondeur moyenne d'implantation R_p dans un substrat, par exemple en

30 silicium. Les cavités obtenues dans ce cas sont présentes même à des températures de recuit de l'ordre de 1000°C. Ces défauts fragilisent fortement le matériau en profondeur.

Exposé de l'invention

Afin de remédier aux inconvénients de l'art antérieur, il est proposé, selon la présente invention, un substrat compliant offrant une couche mince d'un matériau destiné à servir de germe à la croissance par hétéro-épitaxie d'un autre matériau. Cette couche mince est reliée au reste du substrat par des moyens de liaison, que l'on peut qualifier de région enterrée, telle que la couche mince et/ou les moyens de liaison accommode(nt) tout ou partie des contraintes provoquées lors de la croissance en épitaxie du matériau épitaxié, évitant ainsi de répercuter ces contraintes dans le matériau épitaxié.

Le caractère compliant d'une telle structure vis-à-vis d'un matériau déposé ensuite réside dans la prise en compte des différences de paramètre de maille, de coefficient de dilatation thermique et de la présence de la région enterrée. Par définition, l'objet de cette structure compliant est d'accommoder les contraintes du film de matériau déposé par une relaxation de celles-ci dans la région enterrée mais aussi éventuellement dans la couche mince.

Une variante du procédé consiste à introduire dans le film mince superficiel un élément étranger pour modifier les paramètres cristallographiques de la couche mince constituant le film germe pour l'épitaxie et par conséquent d'en modifier l'état de contrainte avant la croissance épitaxiale de la couche à obtenir.

Il est apparu également qu'un tel substrat compliant peut dans son principe être utilisé pour l'absorption de contraintes dues à d'autres causes

qu'une croissance d'un matériau par épitaxie. En fait, ce substrat compliant peut être utilisé pour recevoir une structure quelconque amenant des contraintes.

L'invention a donc pour objet un substrat
5 compliant comprenant un support et au moins une couche mince, formée en surface dudit support et destinée à recevoir, de manière solidaire, une structure amenant des contraintes, le support et la couche mince étant reliés l'un à l'autre par des moyens de liaison tels
10 que les contraintes amenées par ladite structure sont tout ou partie absorbées par la couche mince et/ou par les moyens de liaison, caractérisé en ce que lesdits moyens de liaison comprennent au moins une zone de liaison choisie parmi les zones de liaison suivantes :
15 une couche de microcavités et/ou une interface de collage dont l'énergie de collage est contrôlée pour permettre l'absorption desdites contraintes.

La zone de liaison peut être une couche de défauts, par exemple une couche de microcavités. La
20 couche de défauts peut être créée par implantation par bombardement d'une ou de plusieurs espèces gazeuses. Ces espèces gazeuses peuvent être choisies parmi les gaz rares, l'hydrogène et le fluor. Des dopants peuvent être associés à l'espèce gazeuse ou aux espèces
25 gazeuses. On peut en outre procéder à une diffusion de l'espèce gazeuse implantée ou des espèces gazeuses implantées. L'implantation peut être suivie d'un traitement thermique pour permettre de faire évoluer les défauts. L'implantation par bombardement peut être
30 notamment réalisée au travers de la surface du substrat, la région comprise entre la surface du substrat et la couche de défauts fournissant ladite couche mince. Eventuellement, la région comprise entre

la surface du substrat et la couche de défauts est amincie pour constituer ladite couche mince. L'implantation par bombardement peut aussi être réalisée au travers d'une couche sacrificielle supportée par ladite surface du substrat, ladite couche sacrificielle pouvant être ensuite éliminée.

L'implantation peut être réalisée au travers de la surface du substrat, cette surface supportant une première couche mince, la région comprise entre la surface du substrat et la couche de microcavités fournissant une deuxième couche mince. La couche de microcavités peut être réalisée au voisinage de l'interface entre la première couche mince et le substrat. L'implantation par bombardement peut être réalisée au travers d'une couche sacrificielle supportée par la première couche mince, ladite couche sacrificielle étant ensuite éliminée.

L'énergie de collage peut être contrôlée par préparation de surface et/ou par traitement thermique et/ou par créations de défauts à cette interface. Ces défauts peuvent être créés par exemple par implantation par bombardement et/ou par défauts de collage. Cette création de défauts permet généralement de fragiliser l'interface de collage. La préparation de surface peut être un contrôle de la rugosité et/ou de l'hydrophilie. La rugosité des plaques peut être obtenue par attaque chimique avec HF par exemple. L'hydrophilie peut être obtenue par nettoyage chimique du type RCA. La zone de liaison peut comprendre en outre au moins une couche intermédiaire entre la couche mince et le support. La couche intermédiaire peut être élaborée de telle façon qu'elle soit constituée d'inhomogénéités aptes à relâcher les contraintes. On

peut citer par exemple la présence de joints de grains, de colonnes de croissance, d'inclusions... Cette couche peut être gravée sur tout ou partie de sa surface. La couche intermédiaire peut être une couche métallique ou
5 une couche d'un alliage métallique.

Les moyens de liaison peuvent comprendre une couche de microcavités et une interface de collage disposée soit au-dessus soit au-dessous de la couche de microcavités.

10 Dans une application privilégiée, la couche mince est en un premier matériau cristallin et est destinée à servir de germe pour la croissance hétéro-épitaxiale d'un deuxième matériau cristallin constituant ladite structure. Cette couche mince peut
15 être une couche précontrainte par introduction d'un élément étranger audit premier matériau cristallin afin de favoriser la compliance dudit substrat. L'élément étranger peut être introduit par implantation par bombardement et/ou introduit par diffusion. Cette
20 implantation peut être réalisée à travers un oxyde sacrificiel. Cet élément étranger peut être un dopant de la couche mince. Le premier matériau cristallin peut notamment être un semiconducteur par exemple Si ou GaAs. Un tel substrat compliant peut avantageusement
25 servir à la croissance hétéro-épitaxiale d'un matériau cristallin choisi parmi GaN, SiGe, AlN, InN et SiC.

Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre
5 d'exemple non limitatif, accompagné des dessins annexés parmi lesquels :

- les figures 1A à 1C illustrent un premier exemple de réalisation d'un substrat compliant selon la présente invention, la zone de liaison étant une couche
10 de microcavités ;

- les figures 2A à 2C illustrent un deuxième exemple de réalisation d'un substrat compliant selon la présente invention, la zone de liaison
15 comprenant une interface de collage ;

- la figure 3 représente un substrat compliant selon la présente invention, la zone de liaison comprenant une interface de collage et une couche intermédiaire ;

- la figure 4 représente un substrat compliant selon la présente invention, la zone de liaison comprenant une interface de collage entre deux couches intermédiaires ;

- la figure 5 est un diagramme illustrant l'évolution de l'énergie de collage, pour un collage SiO_2 - SiO_2 , en fonction de la température et de la rugosité de surface.

Description détaillée de modes de réalisation de
30 l'invention

A titre d'exemple préférentiel, le reste de la description va porter sur la réalisation de

substrats compliant pour des dépôts de matériaux par hétéro-épitaxie.

Il est possible d'obtenir un film de faible épaisseur à partir d'un substrat dans lequel on réalise
5 une implantation d'espèces (par exemple des ions) susceptibles de créer, à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétration des espèces, une couche de défauts délimitant, entre la surface du substrat et elle-même, un film de faible épaisseur. Les
10 espèces sont choisies de telle sorte que la couche de défauts créés soit susceptible d'accommoder les contraintes auxquelles le film de faible épaisseur peut être soumis. Le rôle de la couche de défauts est de plus de supporter le film de faible épaisseur (action
15 verticale, perpendiculaire à la surface), tout en le laissant libre de contraintes dans le plan horizontal (parallèlement à la surface). Il peut être nécessaire, dans certains cas, d'appliquer un traitement thermique au substrat après l'étape d'implantation de façon à
20 faire croître, par exemple, la taille des défauts, de les faire coalescer en amas de taille plus élevée, de modifier leur distribution de façon à rendre la couche plus adaptée à l'accommodement des contraintes.

On choisira préférentiellement des espèces
25 parmi les gaz rares ou l'hydrogène, ou une combinaison des deux, qui sont connus pour permettre la création de défauts de type microcavités. Dans ce cas, on choisira une dose suffisante pour créer ces microcavités mais plus faible que la dose critique au-dessus de laquelle
30 l'implantation des espèces est susceptible d'induire des déformations de la surface telles que les cloques (dénommées "blisters" en anglais). A titre d'exemple, dans le cas du silicium on peut choisir d'implanter des

ions hydrogène à une dose de $3.10^{16}/\text{cm}^2$. Cependant, il faut préciser que cette dose critique dépend des conditions d'implantation et de la nature du dopage.

L'épaisseur du film est déterminée par le choix de l'énergie d'implantation. Afin de réaliser un film très fin (ce qui est nécessaire pour assurer une bonne compliance), on choisira une énergie d'implantation faible. Par exemple, dans le cas du silicium et des ions hydrogène, on choisira préférentiellement une énergie dans la gamme allant de 1 keV à 10 keV, gamme qui permet de réaliser des films d'épaisseur comprise entre 5 nm et 60 nm. On pourra aussi obtenir l'épaisseur désirée de film par amincissement (polissage, attaque chimique, oxydation sacrificielle) d'un film obtenu par implantation à une énergie plus élevée que celle qui aurait fourni directement l'épaisseur désirée.

Dans certains cas, il peut être avantageux d'implanter au travers d'une couche sacrificielle, par exemple une couche d'oxyde de silicium. Dans ce cas, il peut ne plus être nécessaire d'utiliser de très faibles énergies. L'élimination de la couche sacrificielle peut être suffisante pour se retrouver avec un film superficiel très mince.

Les figures 1A à 1C sont illustratives de ce dernier exemple. La figure 1A représente, vu de côté, un substrat 1, par exemple en silicium monocristallin, recouvert d'une couche d'oxyde de silicium 2 jouant le rôle de couche sacrificielle. La figure 1B représente une étape d'implantation ionique, par des ions d'hydrogène, du substrat 1 au travers de la couche d'oxyde 2. L'implantation est réalisée dans les conditions définies ci-dessus. On obtient une

couche 3 de microcavités ou de microbulles définissant une couche ou film mince 4 adjacente à la couche d'oxyde 2. A cause de la présence de cette couche d'oxyde, l'épaisseur de la couche mince 4 peut être
5 réduite et très précisément ajustée. La couche d'oxyde 2 est ensuite éliminée par attaque chimique et l'on obtient le substrat compliant 5 représenté à la figure 1C où l'ensemble formé par la couche de microcavités 3 et la couche mince 4 (servant de germe pour un matériau
10 à épitaxier) constitue une couche compliant. Eventuellement, on peut procéder à un traitement thermique pour augmenter la taille des microcavités de la couche 3.

Pour certaines applications, l'implantation
15 ionique peut aussi être réalisée au travers de deux couches monocristallines. Une première couche monocristalline, constituée dans le substrat lui-même, possède une épaisseur comprise entre la surface du substrat et la couche de microcavités induites par
20 l'implantation. Une deuxième couche monocristalline peut être déposée ou reportée sur le substrat. A titre d'exemple, on peut choisir comme substrat une structure composée d'une fine couche de GaAs (par exemple de 3 nm d'épaisseur) reportée sur un substrat de silicium par
25 une méthode telle que celle décrite dans le document FR-A-2 681 472 associée à un amincissement à l'aide de couches sacrificielles. Ensuite, une couche sacrificielle d'oxyde de silicium est déposée sur la structure afin de permettre d'implanter l'hydrogène à
30 la profondeur désirée. On réalise l'implantation d'hydrogène dans le silicium, en traversant la couche sacrificielle d'oxyde et la couche de GaAs, pour créer les microcavités dans le silicium mais à une profondeur

très proche de celle de l'interface GaAs/Si, par exemple une profondeur de l'ordre de quelques nm, voire quelques dizaines de nm. Une variante de réalisation peut consister à créer les microcavités au voisinage de
5 l'interface entre GaAs et silicium.

Comme indiqué précédemment les forces de collage sont fonction de nombreux paramètres (nature des espèces chimiques en surface, budget thermique fourni, rugosité de surface de départ). Cependant, ces
10 forces peuvent être contrôlées de façon à pouvoir contrôler l'énergie de collage. On pourra donc accommoder ces forces de collage par rapport à la contrainte provoquée par la présence d'une couche mince épitaxiée d'un matériau et induite par des différences
15 de paramètre de maille, de coefficient de dilatation thermique, mais aussi en tenant compte des contraintes induites par le collage par adhésion moléculaire lui-même. A titre d'exemple, dans le cas d'un collage hydrophile de plaques de silicium monocristallin et en
20 utilisant le procédé de fabrication d'un film mince de matériau semiconducteur tel que défini dans le document FR-A-2 681 472, on peut obtenir une couche très mince de silicium (inférieure à 10 nm) sur une couche d'oxyde de très faible épaisseur (inférieure à 5 nm).
25 L'originalité dans ce cas par rapport au procédé divulgué par le document FR-A-2 681 472 réside dans le contrôle des forces de collage en final, c'est-à-dire après la fracture par recuit à basse température (typiquement 450°C pendant 30 minutes pour une dose
30 implantée d'hydrogène de l'ordre de $6 \cdot 10^{16} \text{H}^+/\text{cm}^2$) et polissage mécano-chimique. Un exemple des forces de collage qui peuvent être obtenues sur les courbes de la figure 5. Par exemple, dans le cas d'un collage de

SiO₂-SiO₂ avec une rugosité de surface de 6,25 Å rms (mesure AFM sur des surfaces analysées de 1x1 µm) pour les deux surfaces mises en contact, des énergies de liaison de l'ordre de 250 mJ/m² sont obtenues même
5 après un traitement à 800°C.

Les figures 2A à 2C illustrent cet exemple de réalisation. La figure 2A représente, vu de côté, un substrat 10 en silicium monocristallin dont une face est recouverte d'une très fine couche d'oxyde de silicium 11. On procède, au travers de la couche d'oxyde 11, à une implantation d'ions hydrogène destinée à induire une zone de fracture. On obtient une couche de microcavités 12 définissant entre elle et la couche d'oxyde 11, une région très fine 13 de silicium.
10 La figure 2B montre, vu également de côté, un autre substrat de silicium 14 recouvert d'une fine couche d'oxyde de silicium 15. Les substrats 10 et 14 sont solidarisés par adhésion moléculaire de leurs couches d'oxyde 11 et 15. Ensuite, grâce à un traitement
15 thermique approprié, on procède à la coalescence des microcavités de la couche 12 pour obtenir une fracture et la séparation du substrat 10 en deux parties. La face libre de la région 13 est polie pour constituer une couche mince destinée à l'hétéro-épitaxie (voir la
20 figure 2C). Les couches d'oxyde 11 et 15 sont liées par l'interface de collage 16.
25

Il faut préciser que la structure film mince servant de germe/zone de liaison avec interface de collage/substrat peut être obtenue par d'autres
30 méthodes que le procédé décrit dans le document FR-A-2 681 472. On peut citer à titre indicatif les méthodes basées sur le collage par adhésion moléculaire et l'amincissement par rectification et polissage. On

peut également utiliser des couches minces reportées par épitaxial lift-off. De nombreux exemples existent dans la littérature, en particulier pour obtenir des films minces de matériaux III-V, comme par exemple le GaAs. On peut aussi avoir recours à l'utilisation d'une poignée support pour transférer les couches minces, servant de germe, de leur substrat de base vers la structure qui va devenir compliant.

Pour contrôler les forces de collage on peut également jouer sur le nombre de défauts de collage (c'est-à-dire des zones non collées) qui sont présentes à cette interface.

Une des solutions proposées précédemment est d'obtenir des forces de collage, entre le film mince qui va servir de germe et le support, assez faibles pour que le film mince puisse absorber des contraintes sans toutefois se décoller.

Une variante à ce procédé consiste à jouer sur ces forces de collage mais aussi sur la présence de couches intermédiaires. Ces couches intermédiaires pouvant renforcer le caractère compliant de la structure. Plus précisément, on tient compte dans ce cas, non seulement des forces de collage entre le film germe et la surface, mais on utilise aussi pour accommoder les contraintes les forces d'adhérence entre les différentes couches ainsi que la nature même des différentes couches minces.

La figure 3 représente, vu de côté, un tel substrat compliant. Le substrat compliant 20 comprend un support 21, une couche intermédiaire 22 recouverte d'une couche mince 23 destinée à servir de germe pour une hétéro-épitaxie. La couche intermédiaire 22 est liée au support 21 par une interface de collage 24.

A titre d'exemple, on peut utiliser comme couche intermédiaire 22 un film métallique dont les propriétés mécaniques (déformation) sont telles qu'il peut encaisser une partie importante des contraintes.

5 Par exemple, on peut utiliser le procédé décrit dans le document FR-A-2 681 472 pour obtenir le film mince 23 de semiconducteur servant de germe, mais en utilisant pour solidariser le film mince 23 sur la couche intermédiaire 22 un composé métallique à base de Au
10 (95%) - Sn (5%) ou un composé à base de Al (5%) - Cu (95%). Ces composés métalliques ont la propriété d'être visqueux dans une large gamme de température compatible avec les températures auxquelles sont généralement réalisées les épitaxies (900-1000°C). On peut également
15 indiquer à titre d'exemple l'utilisation de Pd, Pt ou de siliciures ou des alliages métalliques ou des alliages métal-substrat.

Une couche intermédiaire peut également recouvrir la partie du substrat formant le support
20 proprement dit. C'est ce que montre la figure 4 où le substrat compliant 30 comprend une partie support 31 recouverte d'une première couche intermédiaire 32, d'une seconde couche intermédiaire 33 et de la couche mince servant de germe 34. L'interface de collage 35 se
25 situe alors entre les deux couches intermédiaires 32 et 33. Ces couches intermédiaires peuvent être de même nature ou de natures différentes.

La fabrication de la couche intermédiaire sur le film mince et éventuellement sur le substrat
30 support se fait avant le transfert de la structure couche intermédiaire/film mince servant de germe sur le substrat support. La couche intermédiaire est un solide de nature amorphe, polycristalline, ou cristalline.

Elle peut être formée de une ou plusieurs sous-couches d'un même matériau ou d'un matériau différent et/ou être constituée d'une ou de plusieurs interfaces.

5 L'élaboration de la couche intermédiaire sur le film mince adaptable et éventuellement sur le substrat support peut être réalisée :

- soit par les techniques classiques de dépôt sous vide de couches minces (évaporation, pulvérisation cathodique, CVD, MBE,...),
- 10 - soit par les techniques de dépôt électrochimique (électrolyse, électroless,...),
- soit par les techniques de report de couches minces : collage par adhésion moléculaire puis amincissement, collage puis amincissement par un
- 15 procédé tel que décrit dans le document FR-A-2 681 472, collage de la couche intermédiaire (déjà conditionnée en couche mince) via une poignée servant de support et élimination de la poignée,
- soit par transformation d'une certaine
- 20 épaisseur à partir de la surface. Cette transformation peut être par exemple une oxydation ou une nitruration. Si on utilise une oxydation, elle peut être soit thermique, soit anodique ou obtenue par une autre technique (plasma oxygène, implantation d'oxygène,...).
- 25 L'oxydation peut être réalisée également par la combinaison de plusieurs techniques d'oxydation,
- par une méthode permettant de fabriquer une couche poreuse déformable.

30 Dans la réalisation d'un substrat compliant, l'épaisseur du film superficiel peut être extrêmement critique. Dans certains cas, il est nécessaire de pouvoir réaliser des films superficiels de très faible épaisseur. Plusieurs méthodes peuvent

être utilisées pour amincir des films minces. On peut citer de manière non exhaustive : l'abrasion ionique, la gravure chimique, la gravure assistée par plasma, l'ablation assistée par laser, la réalisation d'une
5 couche sacrificielle (par oxydation, nitruration du film superficiel...) et retrait par diverses voies de cette couche sacrificielle.

Dans une application où la couche mince servant de germe est un film de silicium, ce film peut
10 être le film supérieur d'une structure silicium-sur-isolant, réalisé par la technique SIMOX ou par un procédé d'adhésion moléculaire, dit "wafer bonding" en anglais, par exemple un procédé tel que le procédé décrit dans le document FR-A-2 681 472. Dans ce
15 cas, l'épaisseur du film de silicium avant amincissement est par exemple de l'ordre de 0,2 μm . Un traitement thermique de ce film superficiel de silicium à 1000°C, pendant 70 minutes, en atmosphère de vapeur d'eau, entraîne la formation d'un film d'oxyde de
20 silicium d'environ 0,4 μm d'épaisseur. De ce fait, le film superficiel de silicium est aminci jusqu'à une fine épaisseur de l'ordre de 1 nm à quelques dizaines de nm. Le retrait chimique du film de silice en surface est effectué par attaque à l'acide fluorhydrique à 10%
25 pendant 10 minutes. Cette étape d'amincissement du film de silicium peut être avantageusement complétée dans le cas d'un film très mince de silicium par un traitement thermique, à haute température, de la surface sous atmosphère d'hydrogène. Par exemple, un traitement à
30 une température de l'ordre de 1150°C pendant 10 minutes permet une reconstruction cristalline de surface libre du silicium. Dans le même temps, on met en évidence un

amincissement du film de silicium de quelques nanomètres.

Dans l'approche de la compliance, un des principes est de permettre la relaxation des contraintes, liées à l'épitaxie, grâce au(x) film(s) de compliance. Il peut alors être avantageux d'induire avant l'épitaxie une contrainte dans le film superficiel servant de germe, à température ambiante, par une modification des paramètres physiques, voire même de la nature chimique, en fonction du type et de la nature du dépôt qui sera effectué. Ces modifications sont réalisées dans le but de favoriser la relaxation ultérieure des contraintes du dépôt. En effet, une précontrainte du matériau permet de favoriser la génération de dislocations dans le(s) film(s) superficiel(s) de compliance ou aux interfaces de ces films.

En général, l'épitaxie est réalisée à une température de plusieurs centaines de degrés. Le critère d'adaptation de maille n'est donc pas à prendre en compte à la seule température ambiante. Il est important d'estimer le rôle des contraintes d'origine thermique liées par exemple à la différence de dilatation thermique d'entre les divers films et le support mécanique (substrat).

Dans cette optique, on peut utiliser le fait qu'il est possible de modifier le paramètre cristallin du film superficiel à partir d'une implantation par bombardement d'un élément dans la matrice cristalline du film superficiel, complétée éventuellement par une diffusion thermique de l'élément. Une variante à l'implantation par bombardement serait d'utiliser des procédés basés sur

la seule diffusion thermique d'éléments, tel que la diffusion de dopant dans le silicium. A titre d'exemple d'implantation ionique, on peut citer celui du bore dans le silicium monocristallin. Celui-ci entraîne une
5 diminution de la maille cristalline de $0,014 \text{ \AA}/\%$ atomique de l'espèce introduite. Si le film superficiel est fortement adhérent au support mécanique, le film de silicium sera alors mis dans un état de tension. De la même façon, l'effet d'implantation du germanium sera
10 d'augmenter la maille cristalline de $0,0022 \text{ \AA}/\%$ atomique. Si le film superficiel est fortement adhérent au support mécanique, le film de silicium sera alors mis dans un état de compression.

Dans le cas du film mince de silicium,
15 réalisé pour la compliance en amincissant par oxydation sacrificielle comme décrit auparavant, l'implantation pourra être réalisée avantageusement avant le retrait de l'oxyde. Le film d'oxyde sert alors de film de protection pendant le traitement thermique de diffusion
20 de l'élément implanté. A titre d'exemple, une implantation de bore à une énergie de l'ordre de 110 keV , avec une dose de l'ordre de quelques $10^{15}/\text{cm}^2$ à quelques $10^{16}/\text{cm}^2$, à travers la couche d'oxyde, d'épaisseur voisine de $0,4 \text{ \mu m}$, permet d'enrichir en
25 bore le film de silicium très fin, par mise en coïncidence de la profondeur de ce film avec la profondeur d'implantation ionique. Des contraintes de quelques 10^8 MPa peuvent ainsi être générées dans le film mince de silicium.

REVENDICATIONS

1. Substrat compliant (5,20,30) comprenant un support (1,14,21,31) et au moins une couche mince (4,13,23,34), formée en surface dudit support et destinée à recevoir, de manière solidaire, une structure amenant des contraintes, le support et la couche mince étant reliés l'un à l'autre par des moyens de liaison (3 ; 11,15,16 ; 24,35) tels que les contraintes amenées par ladite structure sont tout ou partie absorbées par la couche mince et/ou par les moyens de liaison, caractérisé en ce que lesdits moyens de liaison comprennent au moins une zone de liaison choisie parmi les zones de liaison suivantes : une couche de microcavités et/ou une interface de collage dont l'énergie de collage est contrôlée pour permettre l'absorption desdites contraintes.

2. Procédé de réalisation d'un substrat compliant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de microcavités est créée par implantation par bombardement d'une ou de plusieurs espèces gazeuses.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les espèces gazeuses sont choisies parmi les gaz rares, l'hydrogène et le fluor.

4. Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que des dopants sont associés à l'espèce gazeuse ou aux espèces gazeuses.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on procède à une diffusion de l'espèce gazeuse implantée ou des espèces gazeuses implantées.

6. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'implantation est suivie d'un traitement thermique.

5 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que ladite implantation est réalisée au travers de la surface du substrat, la région comprise entre la surface du substrat et la couche de microcavités fournissant ladite couche mince.

10 8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la région comprise entre la surface du substrat et la couche de microcavités est amincie pour constituer ladite couche mince.

15 9. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'implantation par bombardement est réalisée au travers d'une couche sacrificielle (2) supportée par ladite surface du substrat, ladite couche sacrificielle étant ensuite éliminée.

20 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que ladite implantation est réalisée au travers de la surface du substrat, cette surface supportant une première couche mince, la région comprise entre la surface du substrat et la couche de microcavités fournissant une deuxième
25 couche mince.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la couche de microcavités est réalisée au voisinage de l'interface entre la première couche mince et le substrat.

30 12. Procédé selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que l'implantation par bombardement est réalisée au travers d'une couche

sacrificielle supportée par la première couche mince, ladite couche sacrificielle étant ensuite éliminée.

13. Substrat compliant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'énergie de collage est contrôlée par préparation de surface et/ou par traitement thermique et/ou par création de défauts à cette interface.

14. Substrat compliant selon la revendication 13, caractérisé en ce que la préparation de surface est un contrôle de la rugosité et/ou de l'hydrophilie

15. Substrat compliant selon l'une des revendications 13 ou 14, caractérisé en ce que ladite zone de liaison comprend en outre au moins une couche intermédiaire (22; 32,33) entre la couche mince (23; 34) et le support (21; 31).

16. Substrat compliant selon la revendication 15, caractérisé en ce que la couche intermédiaire (22; 32,33) est une couche métallique ou d'un alliage métallique.

17. Substrat compliant selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'au moins une couche intermédiaire est élaborée de telle façon qu'elle soit constituée d'inhomogénéités aptes à relâcher les contraintes.

18. Substrat compliant selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que les moyens de liaison comprennent une couche de microcavités et une interface de collage disposée soit au-dessus soit au-dessous de la couche de microcavités.

19. Substrat compliant (5,20,30) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite couche mince (4,13,23,34)

est en un premier matériau cristallin et est destinée à servir de germe pour la croissance hétéro-épitaxiale d'un deuxième matériau cristallin constituant ladite structure.

5 20. Substrat compliant selon la
revendication 19, caractérisé en ce que ladite couche mince est une couche précontrainte par introduction d'un élément étranger audit premier matériau cristallin afin de favoriser la compliance dudit substrat.

10 21. Substrat compliant selon la
revendication 20, caractérisé en ce que l'élément étranger est introduit par implantation par bombardement et/ou introduit par diffusion.

15 22. Substrat compliant selon l'une des
revendications 20 ou 21, caractérisé en ce que ledit élément étranger est un dopant de la couche mince.

20 23. Substrat compliant (5,20,30) selon
l'une quelconque des revendications 19 à 22, caractérisé en ce que ledit premier matériau cristallin est un semiconducteur.

24. Application du substrat compliant (5,20,30) selon l'une quelconque des revendications 19 à 23 à la croissance hétéro-épitaxiale d'un matériau cristallin choisi parmi GaN, SiGe, AlN, InN et SiC.

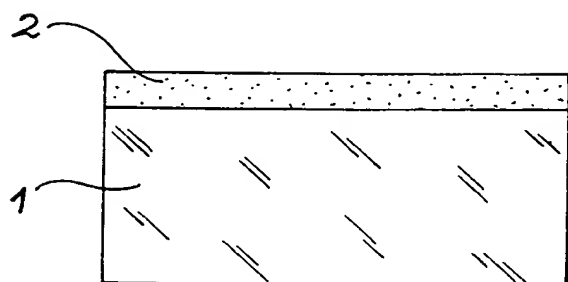


FIG. 1A

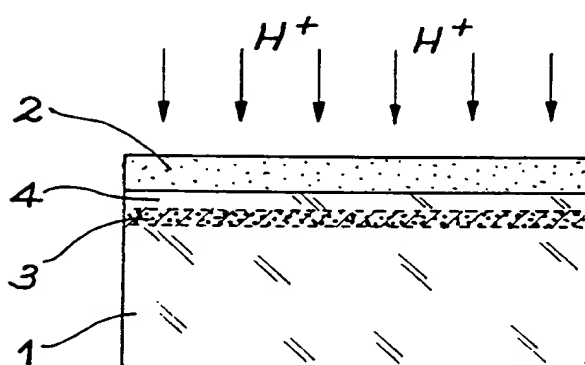


FIG. 1B

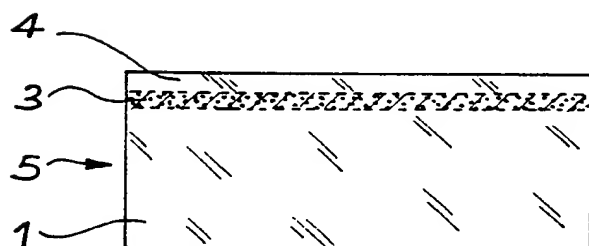


FIG. 1C

THIS PAGE BLANK (USPTO)

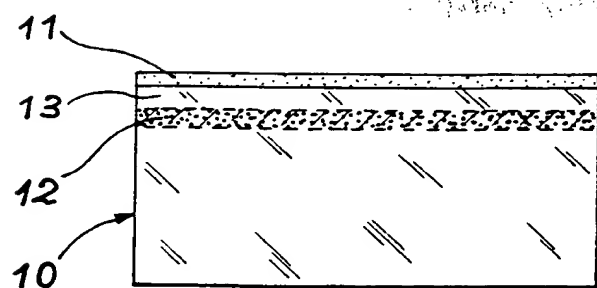


FIG. 2A

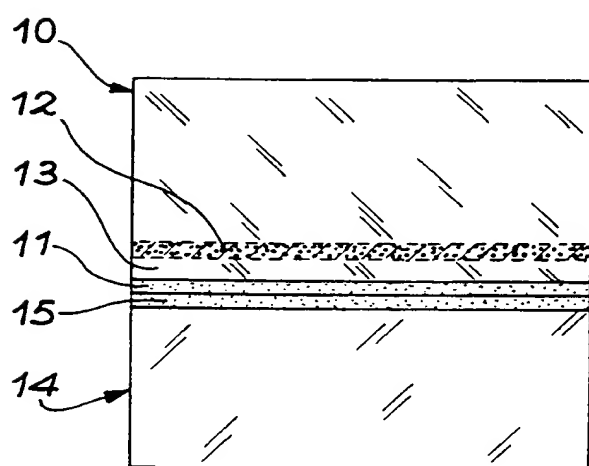


FIG. 2B

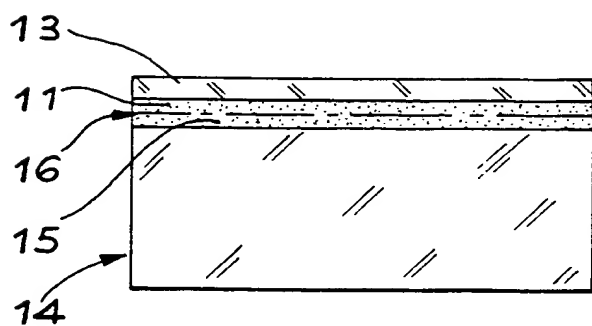


FIG. 2C

THIS PAGE BLANK (USPTO)

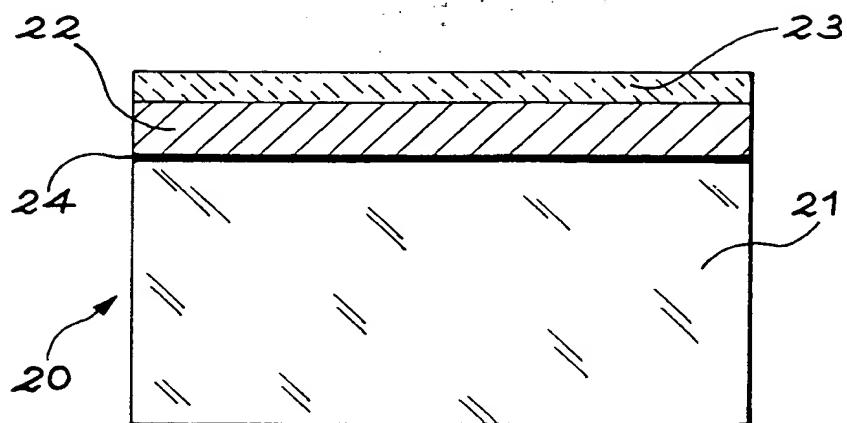


FIG. 3

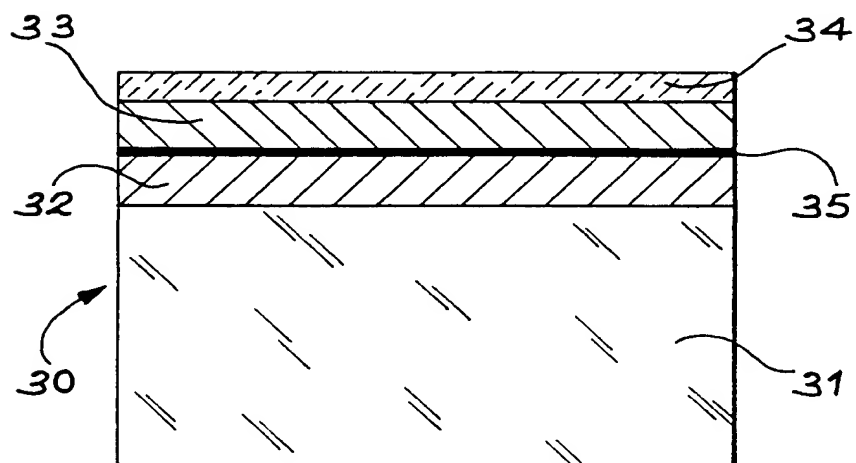
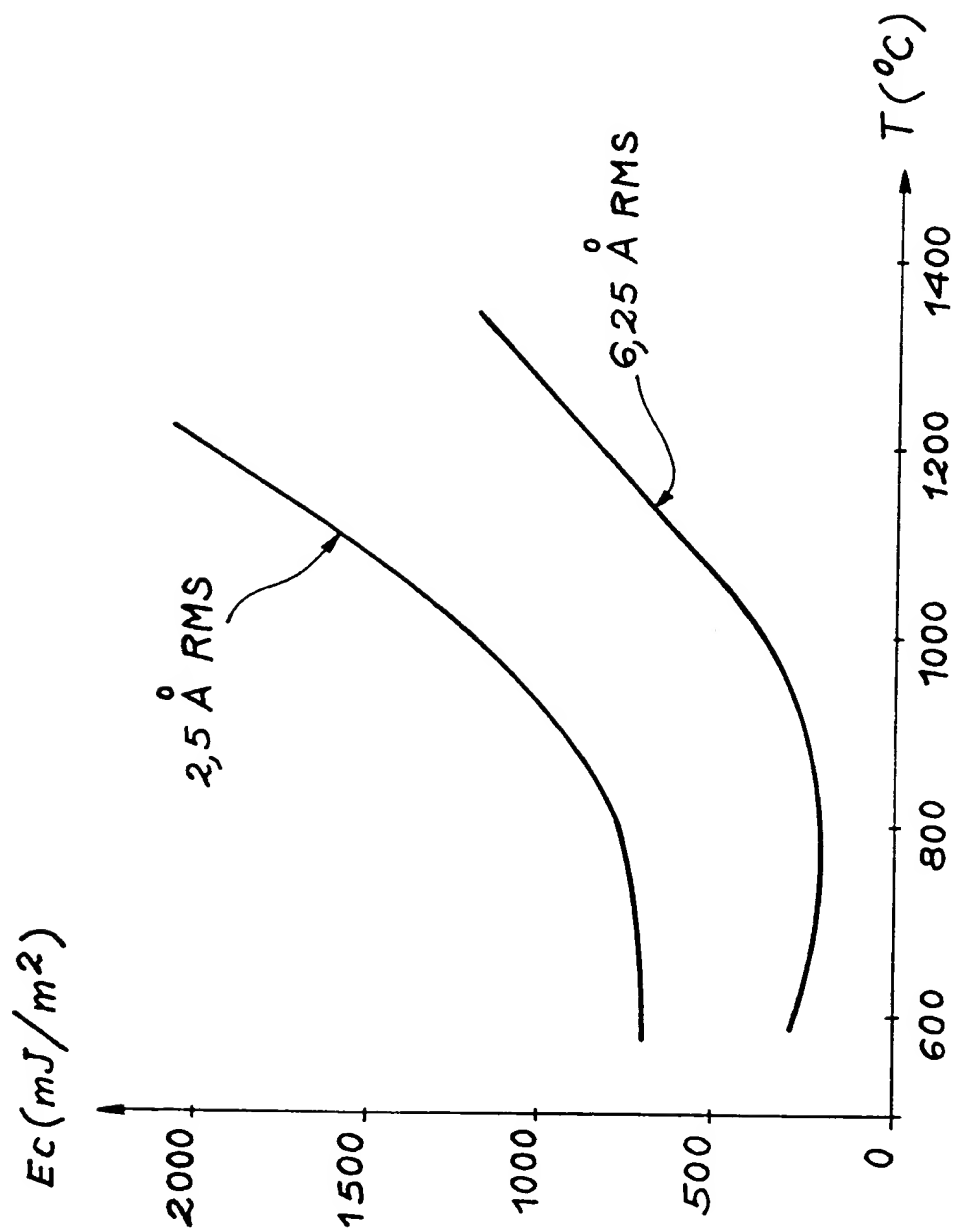


FIG. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

REQUETE

Le soussigné requiert que la présente demande internationale soit traitée conformément au Traité de coopération en matière de brevets.

Réservé à l'office récepteur

Demande internationale n°

Date du dépôt international

Nom de l'office récepteur et "Demande internationale PCT"

Référence du dossier du déposant ou du mandataire (facultatif)
(12 caractères au maximum) B 12981.3 JL

Cadre n° I TITRE DE L'INVENTION

SUBSTRAT COMPLIANT EN PARTICULIER POUR UN DEPOT PAR HETERO-EPITAXIE

Cadre n° II DEPOSANT

Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

31-33, rue de la Fédération
75015 PARIS
FRANCE

☐ Cette personne est aussi inventeur.

n° de téléphone
01.69.08.82.93

n° de télécopieur
01.69.08.82.92

n° de téléimprimeur

Nationalité (nom de l'Etat) :
FR

Domicile (nom de l'Etat) :
FR

Cette personne est déposant pour : ☐ tous les Etats désignés ☒ tous les Etats désignés sauf les Etats-Unis d'Amérique ☐ les Etats-Unis d'Amérique seulement ☐ les Etats indiqués dans le cadre supplémentaire

Cadre n° III AUTRE(S) DEPOSANT(S) OU (AUTRE(S)) INVENTEUR(S)

Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)

ASPAR BERNARD
110, Lotissement Le Hameau des Ayes
38140 RIVES FRANCE

Cette personne est :

☐ déposant seulement

☒ déposant et inventeur

☐ inventeur seulement
(Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)

Nationalité (nom de l'Etat) :
FR

Domicile (nom de l'Etat) :
FR

Cette personne est déposant pour : ☐ tous les Etats désignés ☐ tous les Etats désignés sauf les Etats-Unis d'Amérique ☒ les Etats-Unis d'Amérique seulement ☐ les Etats indiqués dans le cadre supplémentaire

☒ D'autres déposants ou inventeurs sont indiqués sur une feuille annexe.

Cadre n° IV MANDATAIRE OU REPRESENTANT COMMUN; OU ADRESSE POUR LA CORRESPONDANCE

La personne dont l'identité est donnée ci-dessous est/ a été désignée pour agir au nom du ou des déposants auprès des autorités internationales compétentes, comme: ☒ mandataire ☐ représentant commun

Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays.)

BREVATOME
25 rue de Ponthieu
75008 PARIS
FRANCE

n° de téléphone
01.53.83.94.00

n° de télécopieur
01 45 63 83 33

n° de téléimprimeur

☐ Adresse pour la correspondance : cocher cette case lorsque aucun mandataire ni représentant commun n'es/ n'a été désigné et que l'espace ci-dessus est utilisé pour indiquer une adresse spéciale à laquelle la correspondance doit être envoyée.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Suite du cadre n° III AUTRE(S) DEPOSANT(S) OU (AUTRE(S)) INVENTEUR(S)	
<i>Si aucun des sous-cadres suivants n'est utilisé, cette feuille ne doit pas être incluse dans la requête.</i>	
<p>Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom, pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)</p> <p>BRUEL Michel Presvert N°9 38113 VEUREY FRANCE</p>	<p>Cette personne est :</p> <p><input type="checkbox"/> déposant seulement</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> déposant et inventeur</p> <p><input type="checkbox"/> inventeur seulement <i>(Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)</i></p>
Nationalité (nom de l'Etat) : FR	Domicile (nom de l'Etat) : FR
<p>Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les Etats désignés <input type="checkbox"/> tous les Etats désignés sauf les Etats-Unis d'Amérique <input checked="" type="checkbox"/> les Etats-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les Etats indiqués dans le cadre supplémentaire</p>	
<p>Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom, pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)</p> <p>JALAGUIER Eric 205, chemin des Roux - Le Penet 38240 ST MARTIN D'URIACE FRANCE</p>	<p>Cette personne est :</p> <p><input type="checkbox"/> déposant seulement</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> déposant et inventeur</p> <p><input type="checkbox"/> inventeur seulement <i>(Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)</i></p>
Nationalité (nom de l'Etat) : FR	Domicile (nom de l'Etat) : FR
<p>Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les Etats désignés <input type="checkbox"/> tous les Etats désignés sauf les Etats-Unis d'Amérique <input checked="" type="checkbox"/> les Etats-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les Etats indiqués dans le cadre supplémentaire</p>	
<p>Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom, pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)</p> <p>MORICEAU Hubert 26, rue du Fournet 38120 ST EGREVE FRANCE</p>	<p>Cette personne est :</p> <p><input type="checkbox"/> déposant seulement</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> déposant et inventeur</p> <p><input type="checkbox"/> inventeur seulement <i>(Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)</i></p>
Nationalité (nom de l'Etat) : FR	Domicile (nom de l'Etat) : FR
<p>Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les Etats désignés <input type="checkbox"/> tous les Etats désignés sauf les Etats-Unis d'Amérique <input checked="" type="checkbox"/> les Etats-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les Etats indiqués dans le cadre supplémentaire</p>	
<p>Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom, pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)</p>	<p>Cette personne est :</p> <p><input type="checkbox"/> déposant seulement</p> <p><input type="checkbox"/> déposant et inventeur</p> <p><input type="checkbox"/> inventeur seulement <i>(Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)</i></p>
Nationalité (nom de l'Etat) :	Domicile (nom de l'Etat) :
<p>Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les Etats désignés <input type="checkbox"/> tous les Etats désignés sauf les Etats-Unis d'Amérique <input type="checkbox"/> les Etats-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les Etats indiqués dans le cadre supplémentaire</p>	
<p><input type="checkbox"/> D'autres déposants ou inventeurs sont indiqués sur une autre feuille annexe.</p>	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Cadre n° V. DESIGNATION D'ETATS

Les désignations suivantes sont faites conformément à la règle 4.9.a) (cocher les cases appropriées; une au moins doit l'être) :

Brevet régional

- ☐ **AP Brevet ARIPO** : GH Ghana, GM Gambie, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, SD Soudan, SZ Swaziland, UG Ouganda, ZW Zimbabwe et tout autre Etat qui est un Etat contractant du Protocole de Harare et du PCT
- ☐ **EA Brevet eurasien** : AM Arménie, AZ Azerbaïdjan, BY Bélarus, KG Kirghizistan, KZ Kazakhstan, MD République de Moldova, RU Fédération de Russie, TJ Tadjikistan, TM Turkménistan et tout autre Etat qui est un Etat contractant de la Convention sur le brevet eurasien et du PCT
- ☒ **EP Brevet européen** : AT Autriche, BE Belgique, CH et LI Suisse et Liechtenstein, CY Chypre, DE Allemagne, DK Danemark, ES Espagne, FI Finlande, FR France, GB Royaume-Uni, GR Grèce, IE Irlande, IT Italie, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Pays-Bas, PT Portugal, SE Suède et tout autre Etat qui est un Etat contractant de la Convention sur le brevet européen et du PCT
- ☐ **OA Brevet OAPI** : BF Burkina Faso, BJ Bénin, CF République centrafricaine, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroun, GA Gabon, GN Guinée, GW Guinée-Bissau, ML Mali, MR Mauritanie, NE Niger, SN Sénégal, TD Tchad, TG Togo et tout autre Etat qui est un Etat membre de l'OAPI et un Etat contractant du PCT (si une autre forme de protection ou de traitement est souhaitée, le préciser sur la ligne pointillée)

Brevet national (si une autre forme de protection ou de traitement est souhaitée, le préciser sur la ligne pointillée) :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> AL Albanie | <input type="checkbox"/> LS Lesotho |
| <input type="checkbox"/> AM Arménie | <input type="checkbox"/> LT Lituanie |
| <input type="checkbox"/> AT Autriche | <input type="checkbox"/> LU Luxembourg |
| <input type="checkbox"/> AU Australie | <input type="checkbox"/> LV Lettonie |
| <input type="checkbox"/> AZ Azerbaïdjan | <input type="checkbox"/> MD République de Moldova |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnie-Herzégovine | <input type="checkbox"/> MG Madagascar |
| <input type="checkbox"/> BB Barbade | <input type="checkbox"/> MK Ex-République yougoslave de Macédoine |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgarie | <input type="checkbox"/> MN Mongolie |
| <input type="checkbox"/> BR Brésil | <input type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input type="checkbox"/> BY Bélarus | <input type="checkbox"/> MX Mexique |
| <input type="checkbox"/> CA Canada | <input type="checkbox"/> NO Norvège |
| <input type="checkbox"/> CH et LI Suisse et Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NZ Nouvelle-Zélande |
| <input type="checkbox"/> CN Chine | <input type="checkbox"/> PL Pologne |
| <input type="checkbox"/> CU Cuba | <input type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input type="checkbox"/> CZ République tchèque | <input type="checkbox"/> RO Roumanie |
| <input type="checkbox"/> DE Allemagne | <input type="checkbox"/> RU Fédération de Russie |
| <input type="checkbox"/> DK Danemark | <input type="checkbox"/> SD Soudan |
| <input type="checkbox"/> EE Estonie | <input type="checkbox"/> SE Suède |
| <input type="checkbox"/> ES Espagne | <input type="checkbox"/> SG Singapour |
| <input type="checkbox"/> FI Finlande | <input type="checkbox"/> SI Slovénie |
| <input type="checkbox"/> GB Royaume-Uni | <input type="checkbox"/> SK Slovaquie |
| <input type="checkbox"/> GE Géorgie | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> TJ Tadjikistan |
| <input type="checkbox"/> GM Gambie | <input type="checkbox"/> TM Turkménistan |
| <input type="checkbox"/> HR Croatie | <input type="checkbox"/> TR Turquie |
| <input type="checkbox"/> HU Hongrie | <input type="checkbox"/> TT Trinité-et-Tobago |
| <input type="checkbox"/> ID Indonésie | <input type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input type="checkbox"/> IL Israël | <input type="checkbox"/> UG Ouganda |
| <input type="checkbox"/> IS Islande | <input checked="" type="checkbox"/> US Etats-Unis d'Amérique |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japon | <input type="checkbox"/> UZ Ouzbékistan |
| <input type="checkbox"/> KE Kenya | <input type="checkbox"/> VN Viet Nam |
| <input type="checkbox"/> KG Kirghizistan | <input type="checkbox"/> YU Yougoslavie |
| <input type="checkbox"/> KP République populaire démocratique de Corée | <input type="checkbox"/> ZW Zimbabwe |
| <input type="checkbox"/> KR République de Corée | |
| <input type="checkbox"/> KZ Kazakhstan | |
| <input type="checkbox"/> LC Sainte-Lucie | |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |
| <input type="checkbox"/> LR Libéria | |

Cases réservées pour la désignation (aux fins d'un brevet national) d'Etats qui sont devenus parties au PCT après la publication de la présente feuille :

- ☐
- ☐

Déclaration concernant les désignations de précaution : outre les désignations faites ci-dessus, le déposant fait aussi conformément à la règle 4.9.b) toutes les désignations qui seraient autorisées en vertu du PCT, à l'exception de toute désignation indiquée dans le cadre supplémentaire comme étant exclue de la portée de cette déclaration. Le déposant déclare que ces désignations additionnelles sont faites sous réserve de confirmation et que toute désignation qui n'est pas confirmée avant l'expiration d'un délai de 15 mois à compter de la date de priorité doit être considérée comme retirée par le déposant à l'expiration de ce délai. (Pour confirmer une désignation, il faut déposer une déclaration contenant la désignation en question et payer les taxes de désignation et de confirmation. La confirmation doit parvenir à l'office récepteur dans le délai de 15 mois.)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Cadre n° VI REVENDEMENT DE PRIORITE		D'autres revendications de priorité sont indiquées dans le cadre supplémentaire.		
Date de dépôt de la demande antérieure (jour/mois/année)	Numéro de la demande antérieure	Lorsque la demande antérieure est une :		
		demande nationale : pays	demande régionale : office régional	demande internationale : office récepteur
(1) (30.01.98) 30 janvier 1998	98 01061	FRANCE		
(2)				
(3)				

☐ L'office récepteur est prié de préparer et de transmettre au Bureau international une copie certifiée conforme de la ou des demandes antérieures (seulement si la demande antérieure a été déposée auprès de l'office qui, aux fins de la présente demande internationale, est l'office récepteur) indiquées ci-dessus au(x) point(s) : _____

* Si la demande antérieure est une demande ARJPO, il est obligatoire d'indiquer dans le cadre supplémentaire au moins un pays partie à la Convention de Paris pour la protection de la propriété industrielle pour lequel cette demande antérieure a été déposée (règle 4.10.b)ii). Voir le cadre supplémentaire.

Cadre n° VII ADMINISTRATION CHARGÉE DE LA RECHERCHE INTERNATIONALE		
Choix de l'administration chargée de la recherche internationale (ISA) (si plusieurs administrations chargées de la recherche internationale sont compétentes pour procéder à la recherche internationale, indiquer l'administration choisie; le code à deux lettres peut être utilisé) : ISA /	Demande d'utilisation des résultats d'une recherche antérieure; mention de cette recherche (si une recherche antérieure a été effectuée par l'administration chargée de la recherche internationale ou demandée à cette dernière) : Date (jour/mois/année) Numéro Pays (ou office régional) 16 octobre 1998 FA 558295 FRANCE	

Cadre n° VIII BORDEREAU; LANGUE DE DEPOT	
La présente demande internationale contient le nombre de feuilles suivant : requête : 4 description (sauf partie réservée au listage des séquences) : 24 revendications : 4 abrégé : 1 dessins : 4 partie de la description réservée au listage des séquences : _____ Nombre total de feuilles : 37	Le ou les éléments cochés ci-après sont joints à la présente demande internationale : 1. <input type="checkbox"/> feuille de calcul des taxes 2. <input checked="" type="checkbox"/> pouvoir distinct signé 3. <input checked="" type="checkbox"/> copie du pouvoir général: numéro de référence, le cas échéant : 4. <input type="checkbox"/> explication de l'absence d'une signature 5. <input checked="" type="checkbox"/> document(s) de priorité indiqué(s) dans le cadre n° VI au(x) point(s) : 1 6. <input type="checkbox"/> traduction de la demande internationale en (langue) : 7. <input type="checkbox"/> indications séparées concernant des micro-organismes ou autre matériel biologique déposés 8. <input type="checkbox"/> listage des séquences de nucléotides ou d'acides aminés sous forme déchiffrable par ordinateur 9. <input checked="" type="checkbox"/> autres éléments (préciser) Rapport de recherche
Figure des dessins qui doit accompagner l'abrégé : 1C	Langue de dépôt de la demande internationale : Français

Cadre n° IX SIGNATURE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE	
A côté de chaque signature, indiquer le nom du signataire et, si cela n'apparaît pas clairement à la lecture de la requête, à quel titre l'intéressé signe. <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> J. LEHU </div>	

Réservé à l'office récepteur	
1. Date effective de réception des pièces supposées constituer la demande internationale : 3. Date effective de réception, rectifiée en raison de la réception ultérieure, mais dans les délais, de documents ou de dessins complétant ce qui est supposé constituer la demande internationale : 4. Date de réception, dans les délais, des corrections demandées selon l'article 11.2) du PCT :	2. Dessins : <input type="checkbox"/> reçus : <input type="checkbox"/> non reçus :
5. Administration chargée de la recherche internationale (si plusieurs sont compétentes) : ISA /	6. <input type="checkbox"/> Transmission de la copie de recherche différée jusqu'au paiement de la taxe de recherche.

Réservé au Bureau international	
Date de réception de l'exemplaire original par le Bureau international :	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

REC'D 28 APR 2000

WIPO PCT

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)



Référence du dossier du déposant ou du mandataire B 12981.3 JL	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR99/00187	Date du dépôt international (jour/mois/année) 29/01/1999	Date de priorité (jour/mois/année) 30/01/1998
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H01L21/20		
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE et al.		

- Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
- Ce RAPPORT comprend 9 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
 - ☒ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent 4 feuilles.

- Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:

- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☒ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☒ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 20/07/1999	Date d'achèvement du présent rapport 26.04.2000
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Bernabé Prieto, A N° de téléphone +49 89 2399 2224 

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**RAPPORT D'EXAMEN
PRELIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR99/00187

I. Bas du rapport

1. Ce rapport a été rédigé sur la base des éléments ci-après (les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées, dans le présent rapport, comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications.) :

Description, pages:

1-24 version initiale

Revendications, N°:

1-18, 19 (partie)	reçue(s) le	24/02/2000	avec la lettre du	21/02/2000
19 (partie), 20-24	reçue(s) le	28/03/2000	avec la lettre du	28/03/2000

Dessins, feuilles:

1/4-4/4 version initiale

2. Les modifications ont entraîné l'annulation :

- ☐ de la description, pages :
☐ des revendications, n°s :
☐ des dessins, feuilles :

3. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

4. Observations complémentaires, le cas échéant :

IV. Absence d'unité de l'invention

1. En réponse à l'invitation à limiter les revendications ou à payer des taxes additionnelles, le déposant a
- ☐ limité les revendications.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**RAPPORT D'EXAMEN
PRELIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR99/00187

- ☐ payé des taxes additionnelles.
- ☐ payé des taxes additionnelles sous réserve.
- ☐ ni limité les revendications ni payé des taxes additionnelles.
2. ☒ L'administration chargée de l'examen préliminaire international estime qu'il n'est pas satisfait à l'exigence d'unité d'invention et décide, conformément à la règle 68.1, de ne pas inviter le déposant à limiter les revendications ou à payer des taxes additionnelles.
3. L'administration chargée de l'examen préliminaire international estime que, aux termes des règles 13.1, 13.2 et 13.3,
- ☐ il est satisfait à l'exigence d'unité de l'invention.
- ☒ il n'est pas satisfait à l'exigence d'unité de l'invention, et ce pour les raisons suivantes :
voir feuille séparée
4. En conséquence, les parties suivantes de la demande internationale ont fait l'objet d'un examen préliminaire international lors de la formulation du présent rapport :
- ☒ toutes les parties de la demande.
- ☐ les parties relatives aux revendications n°s .

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications 8-9, 12-24
	Non :	Revendications 1-7, 10-11
Activité inventive	Oui :	Revendications
	Non :	Revendications 1-24
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications 1-24
	Non :	Revendications

2. Citations et explications

voir feuille séparée

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VII. Irrégularités dans la demande internationale

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :

voir feuille séparée

VIII. Observations relatives à la demande internationale

Les observations suivantes sont faites au sujet de la clarté des revendications, de la description et des dessins et de la question de savoir si les revendications se fondent entièrement sur la description :

voir feuille séparée

THIS PAGE BLANK (USPTO)

La communication suivante fait référence aux points I-VIII de la feuille de titre dont les cases correspondantes aient été marquées.

1 Il est fait référence aux documents suivants :

D1: EP-A-0 412 002 (THOMSON CSF) 6 février 1991

D2: "J. F. Klem et al", Journal of Applied Physics, Vol. 66, p. 459-462 (1 July 1989), cité dans la demande.

D3: FR-A-2 681 472 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 19 mars 1993
cité dans la demande

D4: JP-A-4 012 092 (mis en évidence par l'examineur)

2 L'ensemble des modifications déposées auprès du bureau international conformément à l'article 19(1) PCT conduit à étendre l'objet de la demande au-delà du contenu de la demande telle qu'elle a été déposée. Elles vont par conséquent à l'encontre des dispositions de l'article 19(2) PCT. La modification concernée est la suivante: dans la revendication 13, l'omission de la formulation "à cette interface" (cf. l. 4), implique aussi que la surface a été traitée par la création de défauts à l'intérieur de l'une des deux parties reliées par l'interface de collage, ce qui n'est pas inclus dans la demande telle que déposée.

3 La présente demande ne remplit pas les conditions énoncées à l'Article 6 PCT, les revendications 1, 4, 13, 14, 17, 20 et 21 n'étant pas claires.

3.1 Dans la revendication 1, il n'est pas clair qu'est-ce qu'un "substrat compliant".

3.2 Le terme "contrainte" ("précontrainte"), utilisé dans les revendications 1 et 4 (aussi 17), est vague et laisse un doute quant à la portée de l'objet pour lequel la protection est souhaitée. Il n'est pas clair quel genre de contraintes sont amenées par la structure sur la couche mince.

L'objet des correspondantes revendications n'est donc pas clairement défini (article 6 PCT).

3.3 Dans les revendications 13, 14, 20 et 21 le dispositif objet des revendications est

THIS PAGE BLANK (USPTO)

défini en termes des étapes d'une méthode ou d'un procédé au lieu de à travers des caractéristiques techniques du dispositif, contrairement aux conditions requises à l'article 6 PCT. Le procédé menant à la réalisation du dispositif ne laisse aucune empreinte qui permette de le distinguer de façon inéquivoque des dispositifs déjà connus de l'état de la technique antérieure, donc l'objet de ces revendications n'est pas clairement défini.

- 3.4 Dans la revendication 17, la formulation " ... inhomogénéités aptes à relâcher des contraintes." définit l'objet par le résultat à obtenir. Une telle définition n'est admissible que dans les conditions prévues par les Directives relatives à l'examen PCT III, 4.7, ce qui n'est pas le cas-ci.
- 3.5 Dans la revendication 17, il n'est pas clair à quel type d'homogénéités (des impuretés, des microcavités, etc.) il est fait référence.
- 3.6 Dans la revendication 4, il n'est pas clair de quelle façon sont associés les dopants aux espèces gazeuses.
- 3.7 Dans la revendication 17, il n'est pas clair à quelle couche il est fait référence
- 4 Dans la présente demande de brevet l'exigence d'unité de l'invention (règle 13.1 PCT) n'est pas observée. La demande présente les suivantes trois inventions revendiquées:

Un procédé d'obtention d'un substrat destiné à recevoir de manière solidaire une structure, ledit substrat comprenant un support, sur le support au moins une couche mince et une zone de liaison entre le substrat et la couche mince et destinée à absorber en tout ou en partie des contraintes (le champ de tensions) amenées par ladite structure. La zone de liaison étant:

- a) une couche de microcavités (revendications 1 (1^{ère} option), 2-12, 18-24);
- b) une interface qui a été traitée par création de défauts, par un traitement thermique, par un contrôle de la rugosité ou par un contrôle de l'hydrophilie (revendications 1 (2^{ème} option), 13-14, 18-24);

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- c) une couche intermédiaire d'un métal ou un alliage métallique (revendications 15-17, 18-24). Il faut remarquer que, quoique les revendications 15-17 soient dépendantes des revendications 13 ou 14, leur objet ne remplit pas les conditions énoncées à la Règle 13.1 PCT (cf. Directives PCT, III-7.4).

Néanmoins, ces trois zones de liaison n'ont pas de caractéristiques techniques communes et le seul lien technique qui pourrait générer un concept technique commun, qui est le fait de relâcher la tension amenée par ledit dépôt, est déjà anticipé par le document D1 (cf. colonne 2, lignes 13-32).

- 5 La présente demande ne remplit pas les conditions énoncées dans l'Article 33(2) PCT, l'objet de la revendication 1 étant complètement antériorisé par le document D3. Il suffit de comparer l'exemple de réalisation donné dans la demande (cf. Figs. 2A-2C) et celui du document D3 (cf. Figs. 2-4).
- 6 La présente demande ne remplit pas les conditions énoncées dans l'Article 33(2) PCT, l'objet des revendications 1-7, 10-11 n'étant pas nouveau par rapport à l'état de la technique antérieur tel que défini dans les réglementations (Règle 64(1)-(3) PCT).
- 6.1 L'objet de la revendication 1, où l'expression "amener des contraintes" a été comprise comme "induire des tensions", est complètement antériorisé du document D1. Ce document, décrit un substrat comprenant un support (Fig. 1b et texte correspondant) (1), une couche mince formée en surface dudit support (2), et destinée à recevoir de manière solidaire une structure induisant des tensions (col. 1, l. 1-3) reliés par des moyens de liaison comprenant une couche de microcavités (4) (implicitement dérivé du procédé de formation de la couche; cf. p. ex. col. 4, l. 31-44) et destinée à absorber les tensions induites par ladite structure. Du même, il paraît dans le document D1 que, d'après les doses, genre d'ions implantés et la température ultérieure de traitement (cf. col. 7, l. 35-58), des microcavités sont générées. En outre, il reste clair dans le document D1, que la zone implantée, permet de relâcher le champ de tensions (cf. col. 2, l. 25-32 et col. 7, l. 51-54) induits par ladite structure. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 est complètement antériorisé par le document D1.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 6.2 L'objet des revendications 2-7, 10-11, 13-14 est déjà décrit dans le document D1 (revendication 2: microcavités générées par implantation par bombardement d'espèces gazeuses (colonne 4, lignes 17-31); revendication 3: choisies parmi des gaz rares (colonne 4, lignes 18-19); revendication 4: pouvant avoir associés des impuretés (colonne 4, ligne 20); revendication 6: l'implantation suivie d'un traitement thermique (colonne 5, lignes 29-33); revendication 5: une diffusion des espèces gazeuses (implicite comme conséquence des étapes postérieures d'épitaxie; colonne 5, lignes 15-23); revendication 7: l'implantation réalisée à travers la surface du substrat (Fig. 1b); revendications 10 et 11: l'implantation réalisée à travers d'une première couche sur la surface du substrat (Fig. 1b; item 12) au voisinage de l'interface entre la première couche mince et le substrat (Fig. 1b); revendication 13: in interface de défauts (générés l'ors de l'implantation; col. 6, l. 20-23); un contrôle de la rugosité à l'interface (dans l'étape de nettoyage de la surface; col. 6, l. 23-25)).
- 7 Les revendications dépendantes 8-9, 12 -24 ne contiennent aucune caractéristique supplémentaire qui, en combinaison avec l'objet de l'une quelconque des revendications dont elles dépendent, impliquerait une activité inventive (Article 33(3) PCT).
- 7.1 Concernant les revendications 8-9 et 12, il est pratique commune dans le métier l'utilisation d'une couche formée sur la surface du matériau dans lequel on va faire une implantation, de façon à le protéger, pour après l'implantation l'éliminer totalement ou partiellement. Donc, les revendications 8-9, 12 ne sont pas inventives.
- 7.2 Concernant les revendications 13 et 14, le document D1 (col. 2, l. 29-30) décrit la possibilité d'utiliser un découplage mécanique entre le substrat et la couche mince de façon à pouvoir relâcher les contraintes dans la croissance d'une structure ayant des paramètres de maille différents. Ainsi, le document D2 (p. 461, col. droite, fin 1^{er} parag.), qui porte sur le même sujet et qui est d'ailleurs cité dans la demande, cite qu'il existe un rapport entre l'énergie de liaison entre deux couches et les déformations produites à l'interface entre ces deux couches (ce qui est fondamental dans la génération de défauts). Donc, il serait évident pour l'homme du métier de combiner les documents D1 et D2 pour essayer de réduire le

THIS PAGE BLANK (USPTO)

nombre de défauts générés quand on relie deux matériaux différents.

- 7.3 Concernant les revendications 15 et 18, les caractéristique additionnelles présentées sont déjà connues du document D1, respectivement: une couche intermédiaire entre la couche mince et le support (Fig. 2, item 6); et les possibles combinaisons entre une ou deux couches de microcavités et une interface de collage (Fig. 2)
- 7.4 Concernant les revendication 16 et 17, il est pratique commune dans la croissance des métaux (par exemple des multicouches métalliques) d'utiliser un "buffer" (ou couche intermédiaire) d'un métal comme germe de croissance. Ce "buffer" métallique peut, à volonté, avoir des impuretés de façon à obtenir le paramètre de maille désiré pour la croissance épitaxiale d'une couche.
- 7.5 Les caractéristique additionnelles présentées dans les revendications 19-23 sont déjà connues du document D1 (voir Fig. 2 et texte correspondant), lesquelles sont respectivement: ladite couche mince (2') est en un premier matériau cristallin (GaAs) qui sert comme germe d'un deuxième matériau (5); ladite couche mince étant précontrainte par l'introduction d'un élément étranger (ions implantés); par implantation ionique; ledit élément étranger est un dopant (col. 4, l. 20); ledit matériau cristallin est un semi-conducteur (GaAs).
- 7.6 Concernant la revendication 24, le fait de vouloir obtenir une bonne couche épitaxiale de ces matériaux n'est ni nouvelle ni inventive et le procédé, comme vu avant, n'est inventif non plus.
- 8 Contrairement à ce qu'exige la règle 5.1 a) ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans les documents D1, D2, D4 et ne cite pas ces documents.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

REVENDICATIONS

1. Substrat compliant (5,20,30) comprenant un support (1,14,21,31) et au moins une couche mince (4,13,23,34), formée en surface dudit support et destinée à recevoir, de manière solidaire, une structure amenant des contraintes, le support et la couche mince étant reliés l'un à l'autre par des moyens de liaison (3 ; 11,15,16 ; 24,35) destinés à l'absorption de tout ou partie des contraintes amenées par ladite structure, caractérisé en ce que lesdits moyens de liaison comprennent au moins une zone de liaison choisie parmi les zones de liaison suivantes : une couche de microcavités et/ou une interface de collage à énergie de collage contrôlée.

2. Procédé de réalisation d'un substrat compliant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de microcavités est créée par implantation par bombardement d'une ou de plusieurs espèces gazeuses.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les espèces gazeuses sont choisies parmi les gaz rares, l'hydrogène et le fluor.

4. Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que des dopants sont associés à l'espèce gazeuse ou aux espèces gazeuses.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on procède à une diffusion de l'espèce gazeuse implantée ou des espèces gazeuses implantées.

6. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'implantation est suivie d'un traitement thermique.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que ladite implantation est réalisée au travers de la surface du substrat, la région comprise entre la surface du substrat et la couche de microcavités fournissant ladite couche mince.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la région comprise entre la surface du substrat et la couche de microcavités est amincie pour constituer ladite couche mince.

9. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'implantation par bombardement est réalisée au travers d'une couche sacrificielle (2) supportée par ladite surface du substrat, ladite couche sacrificielle étant ensuite éliminée.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que ladite implantation est réalisée au travers de la surface du substrat, cette surface supportant une première couche mince, la région comprise entre la surface du substrat et la couche de microcavités fournissant une deuxième couche mince.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la couche de microcavités est réalisée au voisinage de l'interface entre la première couche mince et le substrat.

12. Procédé selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que l'implantation par bombardement est réalisée au travers d'une couche sacrificielle supportée par la première couche mince, ladite couche sacrificielle étant ensuite éliminée.

13. Substrat compliant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite interface

THIS PAGE BLANK (USPTO)

de collage à énergie de collage contrôlée est une interface résultant d'une préparation de surface et/ou d'un traitement thermique et/ou d'une création de défauts.

5 14. Substrat compliant selon la
revendication 13, caractérisé en ce que l'interface
résultant d'une préparation de surface est une
interface dont l'une au moins des faces a subi un
contrôle de la rugosité et/ou de l'hydrophilie

10 15. Substrat compliant selon l'une des
revendications 13 ou 14, caractérisé en ce que ladite
zone de liaison comprend en outre au moins une couche
intermédiaire (22; 32,33) entre la couche mince (23;
34) et le support (21; 31).

15 16. Substrat compliant selon la
revendication 15, caractérisé en ce que la couche
intermédiaire (22; 32,33) est une couche métallique ou
d'un alliage métallique.

20 17. Substrat compliant selon la
revendication 15, caractérisé en ce qu'au moins une
couche intermédiaire comprend des inhomogénéités aptes
à relâcher les contraintes.

25 18. Substrat compliant selon l'une
quelconque des revendications 1 ou 13 à 17, caractérisé
en ce que les moyens de liaison comprennent une couche
de microcavités et une interface de collage disposée
soit au-dessus soit au-dessous de la couche de
microcavités.

30 19. Substrat compliant (5,20,30) selon
l'une quelconque des revendications 1 ou 13 à 18,
caractérisé en ce que ladite couche mince (4,13,23,34)
est en un premier matériau cristallin et est destinée à
servir de germe pour la croissance hétéro-épitaxiale

THIS PAGE BLANK (USPTO)

d'un deuxième matériau cristallin constituant ladite structure.

20. Substrat compliant selon la revendication 19, caractérisé en ce que ladite couche mince est une couche précontrainte contenant un élément étranger audit premier matériau cristallin, la présence dudit élément étranger favorisant la compliance dudit substrat.

21. Substrat compliant selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'élément étranger est un élément implanté par bombardement et/ou un élément diffusé.

22. Substrat compliant selon l'une des revendications 20 ou 21, caractérisé en ce que ledit élément étranger est un dopant de la couche mince.

23. Substrat compliant (5,20,30) selon l'une quelconque des revendications 19 à 22, caractérisé en ce que ledit premier matériau cristallin est un semiconducteur.

24. Application du substrat compliant (5,20,30) selon l'une quelconque des revendications 19 à 23 à la croissance hétéro-épitaxiale d'un matériau cristallin choisi parmi GaN, SiGe, AlN, InN et SiC.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1709
27/1/99
Translation
09600590

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

37

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference B 12981.3 JL	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR99/00187	International filing date (day/month/year) 29 January 1999 (29.01.99)	Priority date (day/month/year) 30 January 1998 (30.01.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21/20		
Applicant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.	
2. This REPORT consists of a total of <u>9</u> sheets, including this cover sheet.	
<input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).	
These annexes consist of a total of <u>4</u> sheets.	
3. This report contains indications relating to the following items:	
I <input checked="" type="checkbox"/>	Basis of the report
II <input type="checkbox"/>	Priority
III <input type="checkbox"/>	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV <input checked="" type="checkbox"/>	Lack of unity of invention
V <input checked="" type="checkbox"/>	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI <input type="checkbox"/>	Certain documents cited
VII <input checked="" type="checkbox"/>	Certain defects in the international application
VIII <input checked="" type="checkbox"/>	Certain observations on the international application

RECEIVED
NOV 13 2000
TC 1700 MAIL ROOM

Date of submission of the demand 20 July 1999 (20.07.99)	Date of completion of this report 26 April 2000 (26.04.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR99/00187

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-24, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages _____, filed with the letter of _____,
pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. _____, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. 1-18, 19 (in part), filed with the letter of 21 February 2000 (21.02.2000),
Nos. 19 (in part), 20-24, filed with the letter of 28 March 2000 (28.03.2000).
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/4-4/4, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORTInternational application No.
PCT/FR 99/00187**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**

1.	Statement			
	Novelty (N)	Claims	8-9, 12-24	YES
		Claims	1-7, 10-11	NO
	Inventive step (IS)	Claims		YES
		Claims	1-24	NO
	Industrial applicability (IA)	Claims	1-24	YES
		Claims		NO

2. Citations and explanations

See supplemental sheet

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: separate sheet

- 1 Reference is made to the following documents:

D1: EP-A-0 412 002 (THOMSON CSF) 6 February 1991

D2: "J. F. Klem et al", Journal of Applied Physics,
Vol. 66, p.459-462 (1 July 1989), cited in the
application

D3: FR-A-2 681 472 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE)
19 March 1993, cited in the application

D4: JP-A-4 012 092 (referenced by the examiner)

- 2 All of the amendments filed with the International Bureau in accordance with PCT Article 19(1) take the subject matter of the application beyond the content of the application as filed. Therefore, these amendments do not fulfil the requirements of PCT Article 19(2). The amendment in question is the following: in Claim 13, the omission of the expression "at this interface" (cf. line 4) implies that the surface has also been treated by creating defects inside one of the two parts connected by the bonding interface. This is not included in the application as filed.

- 3 The present application does not fulfil the requirements of PCT Article 6, since Claims 1, 4, 13, 14, 17, 20 and 21 are not clear.

- 3.1 In Claim 1, the meaning of a "compliant substrate" is not clear.

- 3.2 The term "stress" ("prestressing"), used in Claims

THIS PAGE BLANK (USPTO

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: separate sheet

1 and 4 (also 17), is vague and casts doubt on the scope of the subject matter for which protection is sought. It is not clear what type of stress is caused by the structure on the thin film.

The subject matter of the corresponding claims is not, therefore, clearly defined (PCT Article 6).

3.3 In Claims 13, 14, 20 and 21, the device which is the subject matter of the claims is defined in terms of a method or a process instead of the technical features of the device, contrary to the requirements of PCT Article 6. The method for producing the device has no distinguishing features which unequivocally set it apart from the devices already known from the prior art. Therefore, the subject matter of these claims is not clearly defined.

3.4 In Claim 17, the wording "...inhomogeneities suitable for relieving stress." defines the subject matter in terms of the result to be achieved. Such a definition is only allowable under the circumstances provided for in the PCT Examination Guidelines, PCT III, 4.7, which, in this instance, are not the case.

3.5 In Claim 17, it is not clear to what type of inhomogeneities (impurities, microcavities, etc.) reference is being made.

3.6 In Claim 4, it is not clear how dopants are

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: separate sheet

combined with gaseous species.

- 3.7 In Claim 17, it is not clear to which layer reference is being made.

- 4 In the present patent application, the requirement relating to unity of the invention (PCT Rule 13.1) is not fulfilled. The present application claims the following three inventions:

A method for producing a substrate designed for receiving a structure in a secure fashion, said substrate comprising a support, at least one thin layer on the support and a bonding region between the substrate and the thin layer, designed to absorb some or all of the stress (the stress field) caused by said structure. The bonding region being:

a) a layer of microcavities (Claims 1 (1st option), 2 to 12, 18 to 24);

b) an interface treated by creating defects using heat treatment, or by controlling roughness or hydrophily (Claims 1 (2nd option), 13 to 14, 18 to 24);

c) an intermediate layer made of a metal or metal alloy (Claims 15 to 17, 18 to 24). It should be noted that although Claims 15 to 17 are dependent upon Claims 13 or 14, their subject matter does not fulfil the requirements of PCT Rule 13.1 (cf. PCT

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: separate sheet

Guidelines, III-7.4).

Nonetheless, these three bonding regions have no common technical features and the only technical link which could establish a common technical concept, namely that of relieving tension caused by said deposit, is already anticipated by document D1 (cf. column 2, lines 13 to 32).

5 The present application does not fulfil the requirements of PCT Article 33(2), since the subject matter of Claim 1 is completely anticipated by document D3. This is clearly demonstrated when comparing the embodiment given in the application (cf. Figures 2A to 2C) and that of document D3 (cf. Figures 2 to 4).

6 The present application does not fulfil the requirements of PCT Article 33(2), since the subject matter of Claims 1 to 7 and 10 to 11 is not novel over the prior art, as defined in the Regulations (PCT Rules 64.1 to 64.3).

6.1 The subject matter of Claim 1, where the expression "leading to strain" (French text: "*amener des contraintes*") has been understood to mean "causing stress", is completely anticipated by document D1. This document describes a substrate comprising a support (Figure 1b and corresponding text)(1), a thin layer formed on the surface of said support (2), and designed to receive in a secure fashion a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: separate sheet

structure causing stress (column 1, lines 1 to 3) connected by bonding means comprising a microcavity layer (4) (implicitly derived from the method for forming the layer; cf. for example, column 4 lines 31 to 44) and designed to absorb stress caused by said structure. Similarly, it appears in document D1 that, according to the doses, the type of implanted ions and the subsequent treatment temperature (cf. column 7, lines 35 to 58), microcavities are generated. Furthermore, it is clear in document D1 that the implanted zone relieves the stress field (cf. column 2, lines 25 to 32 and column 7, lines 51 to 54) caused by said structure.

Therefore, the subject matter of Claim 1 is completely anticipated by document D1.

- 6.2 The subject matter of Claims 2 to 7, 10 to 11 and 13 to 14 is already described in document D1 (Claim 2: microcavities generated by implantation by bombardment with gaseous species (column 4, lines 17 to 31); Claim 3: chosen from rare gases (column 4, lines 18 to 19); Claim 4: can have associated impurities (column 4, line 20) ; Claim 6: implantation followed by heat treatment (column 5, lines 29 to 33); Claim 5: diffusion of gaseous species (implicit as a result of the later epitaxy steps; column 5, lines 15 to 23); Claim 7: implantation through the surface of the substrate (Figure 1b); Claims 10 and 11: implantation through a first layer on the surface of the substrate

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: separate sheet

(Figure 1b; item 12) adjacent to the interface between the first thin film and the substrate (Figure 1b); Claim 13: an interface with defects (generated during implantation; column 6, lines 20 to 23); controlling roughness at the interface (in the surface cleaning step; column 6, line 23 to 25)).

- 7 Dependent Claims 8 to 9 and 12 to 24 do not contain any additional feature which, in combination with the subject matter of any one of the claims to which they refer, would involve an inventive step (PCT Article 33(3)).

- 7.1 With regard to Claims 8 to 9 and 12, in the field concerned it is standard practice to use a layer formed on the surface of the material in which implantation will take place, in order to protect same, and to totally or partially remove said layer after implantation. Therefore, Claims 8 and 9 are not inventive.

- 7.2 As regards Claims 13 and 14, document D1 (column 2, lines 29 to 30) describes the possibility of mechanically disconnecting the substrate and the thin film to relieve stress in the growth of a structure that has various lattice parameters. Document D2 (page 461, right-hand column, end of first paragraph), which relates to the same subject and, moreover, is cited in the application, states that there is a relationship between the bonding

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: separate sheet

energy between two layers and the deformation at the interface therebetween (this is fundamental when generating defects). Therefore, it would be obvious for a person skilled in the art to combine documents D1 and D2 in an attempt to reduce the number of defects generated when two different materials are being bonded.

- 7.3 With regard to Claims 15 and 18, the additional features disclosed are already known from document D1, namely: an intermediate film between the thin film and the support (Figure 2, item 6); and the possible combinations between one or two layers of microcavities and a bonding interface (Figure 2).
- 7.4 With regard to Claims 16 and 17, it is standard practice in the field of metal growth (for example, metal multilayers) to use a buffer (or intermediate layer) made of a metal as the growth seed. This metal buffer can, when required, have impurities in order to obtain the desired lattice parameter for the epitaxial growth of a layer.
- 7.5 The additional features disclosed in Claims 19 to 23 are already known from document D1 (see Figure 2 and the corresponding text), namely: said thin film (2') is made of a first crystalline material (GaAs) which acts as a seed of a second material (5); said thin film being prestressed by introducing a foreign element (implanted ions); by means of ion implantation; said foreign element is a dopant

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: separate sheet

(column 4, line 20); said crystalline material is a semi-conductor (GaAs).

7.6 With regard to Claim 24, the aim of producing a good epitaxial layer of these materials is not novel or inventive, and the method, as already established, is not inventive either.

8 Contrary to the requirements of PCT Rule 5.1 (a)(ii), the description does not indicate the relevant prior art disclosed in documents D1, D2 and D3, nor does it cite these documents.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITÉ DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS

Expéditeur : L'ADMINISTRATION CHARGÉE DE
LA RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT

Destinataire

BREVATOME
25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris
FRANCE

BREVATOME

06 MAI 1999

25, Rue de Ponthieu
75008 PARIS

NOTIFICATION DE TRANSMISSION DU
RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
OU DE LA DECLARATION

(règle 44.1 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire

B 12981.3 JL

Date d'expédition
(jour/mois/année)

04/05/1999

POUR SUITE A DONNER

voir les paragraphes 1 et 4 ci-après

Demande internationale n°

PCT/FR 99/ 00187

Date du dépôt international
(jour/mois/année)

29/01/1999

Déposant

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE et al.

1. ☒ Il est notifié au déposant que le rapport de recherche internationale a été établi et lui est transmis ci-joint.

Dépôt de modifications et d'une déclaration selon l'article 19 :

Le déposant peut, s'il le souhaite, modifier les revendications de la demande internationale (voir la règle 46):

Quand? Le délai dans lequel les modifications doivent être déposées est de deux mois à compter de la date de transmission du rapport de recherche internationale ; pour plus de précisions, voir cependant les notes figurant sur la feuille d'accompagnement.

Où? Directement auprès du Bureau international de l'OMPI
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20, Suisse
n° de télécopieur: (41-22)740.14.35

Pour des instructions plus détaillées, voir les notes sur la feuille d'accompagnement.

2. ☐ Il est notifié au déposant qu'il ne sera pas établi de rapport de recherche internationale et la déclaration à cet effet, prévue à l'article 17.2a), est transmise ci-joint.

3. ☐ **En ce qui concerne la réserve** pouvant être formulée, conformément à la règle 40.2, à l'égard du paiement d'une ou de plusieurs taxes additionnelles, il est notifié au déposant que

☐ la réserve ainsi que la décision y relative ont été transmises au Bureau international en même temps que la requête du déposant tendant à ce que le texte de la réserve et celui de la décision en question soient notifiés aux offices désignés.

☐ la réserve n'a encore fait l'objet d'aucune décision; dès qu'une décision aura été prise, le déposant en sera avisé.

4. **Mesure(s) consécutive(s) :** Il est rappelé au déposant ce qui suit:

Peu après l'expiration d'un délai de **18 mois** à compter de la date de priorité, la demande internationale sera publiée par le Bureau international. Si le déposant souhaite éviter ou différer la publication, il doit faire parvenir au Bureau international une déclaration de retrait de la demande internationale, ou de la revendication de priorité, conformément aux règles 90bis.1 et 90bis.3, respectivement, avant l'achèvement de la préparation technique de la publication internationale.

Dans un délai de **19 mois** à compter de la date de priorité, le déposant doit présenter la demande d'examen préliminaire international s'il souhaite que l'ouverture de la phase nationale soit reportée à 30 mois à compter de la date de priorité (ou même au-delà dans certains offices).

Dans un délai de **20 mois** à compter de la date de priorité, le déposant doit accomplir les démarches prescrites pour l'ouverture de la phase nationale auprès de tous les offices désignés qui n'ont pas été élus dans la demande d'examen préliminaire international ou dans une élection ultérieure avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou qui ne pouvaient pas être élus parce qu'ils ne sont pas liés par le chapitre II.

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale



Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Marjory Sastropawiro

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Les présentes notes sont destinées à donner les instructions essentielles concernant le dépôt de modifications selon l'article 19. Les notes sont fondées sur les exigences du Traité de coopération en matière de brevets (PCT), du règlement d'exécution et des instructions administratives du PCT. En cas de divergence entre les présentes notes et ces exigences, ce sont ces dernières qui priment. Pour de plus amples renseignements, on peut aussi consulter le Guide du déposant du PCT, qui est une publication de l'OMPI.

Dans les présentes notes, les termes "article", "règle" et "instruction" renvoient aux dispositions du traité, de son règlement d'exécution et des instructions administratives du PCT, respectivement.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LES MODIFICATIONS SELON L'ARTICLE 19

Après réception du rapport de recherche internationale, le déposant a la possibilité de modifier une fois les revendications de la demande internationale. On notera cependant que, comme toutes les parties de la demande internationale (revendications, description et dessins) peuvent être modifiées au cours de la procédure d'examen préliminaire international, il n'est généralement pas nécessaire de déposer de modifications des revendications selon l'article 19 sauf, par exemple, au cas où le déposant souhaite que ces dernières soient publiées aux fins d'une protection provisoire ou a une autre raison de modifier les revendications avant la publication internationale. En outre, il convient de rappeler que l'obtention d'une protection provisoire n'est possible que dans certains Etats.

Quelles parties de la demande internationale peuvent être modifiées?

Selon l'article 19, les revendications exclusivement.

Durant la phase internationale, les revendications peuvent aussi être modifiées (ou modifiées à nouveau) selon l'article 34 auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international. La description et les dessins ne peuvent être modifiées que selon l'article 34 auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international.

Lors de l'ouverture de la phase nationale, toutes les parties de la demande internationale peuvent être modifiées selon l'article 28 ou, le cas échéant, selon l'article 41.

Quand?

Dans un délai de deux mois à compter de la date de transmission du rapport de recherche internationale ou de 16 mois à compter de la date de priorité, selon l'échéance la plus tardive. Il convient cependant de noter que les modifications seront réputées avoir été reçues en temps voulu si elles parviennent au Bureau international après l'expiration du délai applicable mais avant l'achèvement de la préparation technique de la publication internationale (règle 46.1).

Où ne pas déposer les modifications?

Les modifications ne peuvent être déposées qu'auprès du Bureau international; elles ne peuvent être déposées ni auprès de l'office récepteur ni auprès de l'administration chargée de la recherche internationale (règle 46.2).

Lorsqu'une demande d'examen préliminaire international a été/est déposée, voir plus loin.

Comment?

Soit en supprimant entièrement une ou plusieurs revendications, soit en ajoutant une ou plusieurs revendications nouvelles ou encore en modifiant le texte d'une ou de plusieurs des revendications telles que déposées.

Une feuille de remplacement doit être remise pour chaque feuille des revendications qui, en raison d'une ou de plusieurs modifications, diffère de la feuille initialement déposée.

Toutes les revendications figurant sur une feuille de remplacement doivent être numérotées en chiffres arabes. Si une revendication est supprimée, il n'est pas obligatoire de renuméroter les autres revendications. Chaque fois que des revendications sont renumérotées, elles doivent l'être de façon continue (instruction 205.b)).

Les modifications doivent être effectuées dans la langue dans laquelle la demande internationale est publiée.

Quels documents doivent/peuvent accompagner les modifications?

Lettre (Instruction 205.b)):

Les modifications doivent être accompagnées d'une lettre.

La lettre ne sera pas publiée avec la demande internationale et les revendications modifiées. Elle ne doit pas être confondue avec la "déclaration selon l'article 19.1)" (voir plus loin sous "Déclaration selon l'article 19.1)").

La lettre doit être rédigée en anglais ou en français, au choix du déposant. Cependant, si la langue de la demande internationale est l'anglais, la lettre doit être rédigée en anglais; si la langue de la demande internationale est le français, la lettre doit être rédigée en français.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

La lettre doit indiquer les différences existant entre les revendications telles que déposées et les revendications telles que modifiées. Elle doit indiquer en particulier, pour chaque revendication figurant dans la demande internationale (étant entendu que des indications identiques concernant plusieurs revendications peuvent être groupées), si

- i) la revendication n'est pas modifiée;
- ii) la revendication est supprimée;
- iii) la revendication est nouvelle;
- iv) la revendication remplace une ou plusieurs revendications telles que déposées;
- v) la revendication est le résultat de la division d'une revendication telle que déposée.

Les exemples suivants illustrent la manière dont les modifications doivent être expliquées dans la lettre d'accompagnement:

1. [Lorsque le nombre des revendications déposées initialement s'élevait à 48 et qu'à la suite d'une modification de certaines revendications il s'élève à 51]:
"Revendications 1 à 15 remplacées par les revendications modifiées portant les mêmes numéros; revendications 30, 33 et 36 pas modifiées; nouvelles revendications 49 à 51 ajoutées."
2. [Lorsque le nombre des revendications déposées initialement s'élevait à 15 et qu'à la suite d'une modification de toutes les revendications il s'élève à 11]:
"Revendications 1 à 15 remplacées par les revendications modifiées 1 à 11."
3. [Lorsque le nombre des revendications déposées initialement s'élevait à 14 et que les modifications consistent à supprimer certaines revendications et à en ajouter de nouvelles]:
"Revendications 1 à 6 et 14 pas modifiées; revendications 7 à 13 supprimées; nouvelles revendications 15, 16 et 17 ajoutées." ou
"Revendications 7 à 13 supprimées; nouvelles revendications 15, 16 et 17 ajoutées; toutes les autres revendications pas modifiées."
4. [Lorsque plusieurs sortes de modifications sont faites]:
"Revendications 1-10 pas modifiées; revendications 11 à 13, 18 et 19 supprimées; revendications 14, 15 et 16 remplacées par la revendication modifiée 14; revendication 17 divisée en revendications modifiées 15, 16 et 17; nouvelles revendications 20 et 21 ajoutées."

"Déclaration selon l'article 19.1)" (Règle 46.4)

Les modifications peuvent être accompagnées d'une déclaration expliquant les modifications et précisant l'incidence que ces dernières peuvent avoir sur la description et sur les dessins (qui ne peuvent pas être modifiés selon l'article 19.1)).

La déclaration sera publiée avec la demande internationale et les revendications modifiées.

Elle doit être rédigée dans la langue dans laquelle la demande internationale est publiée.

Elle doit être succincte (ne pas dépasser 500 mots si elle est établie ou traduite en anglais).

Elle ne doit pas être confondue avec la lettre expliquant les différences existant entre les revendications telles que déposées et les revendications telles que modifiées, et ne la remplace pas. Elle doit figurer sur une feuille distincte et doit être munie d'un titre permettant de l'identifier comme telle, constitué de préférence des mots "Déclaration selon l'article 19.1)"

Elle ne doit contenir aucun commentaire dénigrant relatif au rapport de recherche internationale ou à la pertinence des citations que ce dernier contient. Elle ne peut se référer à des citations se rapportant à une revendication donnée et contenues dans le rapport de recherche internationale qu'en relation avec une modification de cette revendication.

Conséquence du fait qu'une demande d'examen préliminaire international ait déjà été présentée

Si, au moment du dépôt de modifications effectuées en vertu de l'article 19, une demande d'examen préliminaire international a déjà été présentée, le déposant doit de préférence, lors du dépôt des modifications auprès du Bureau international, déposer également une copie de ces modifications auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 62.2a), première phrase).

Conséquence au regard de la traduction de la demande internationale lors de l'ouverture de la phase nationale

L'attention du déposant est appelée sur le fait qu'il peut avoir à remettre aux offices désignés ou élus, lors de l'ouverture de la phase nationale, une traduction des revendications telles que modifiées en vertu de l'article 19 au lieu de la traduction des revendications telles que déposées ou en plus de celle-ci.

Pour plus de précisions sur les exigences de chaque office désigné ou élu, voir le volume II du Guide du déposant du PCT.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION DE L'ENREGISTREMENT
D'UN CHANGEMENT(règle 92bis.1 et
instruction administrative 422 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

BREVATOME
3, rue du Docteur Lancereaux
F-75008 Paris
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année)

09 août 1999 (09.08.99)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire

B 12981.3 JL

NOTIFICATION IMPORTANTE

Demande internationale no

PCT/FR99/00187

Date du dépôt international (jour/mois/année)

29 janvier 1999 (29.01.99)

1. Les renseignements suivants étaient enregistrés en ce qui concerne:

☐

le déposant

☐

l'inventeur

☒

le mandataire

☐

le représentant commun

Nom et adresse

BREVATOME
25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris
FRANCE

Nationalité (nom de l'Etat)

Domicile (nom de l'Etat)

no de téléphone

01.53.83.94.00

no de télécopieur

01.45.63.83.33

no de téléimprimeur

2. Le Bureau international notifie au déposant que le changement indiqué ci-après a été enregistré en ce qui concerne:

☐

la personne

☐

le nom

☒

l'adresse

☐

la nationalité

☐

le domicile

Nom et adresse

BREVATOME
3, rue du Docteur Lancereaux
F-75008 Paris
FRANCE

Nationalité (nom de l'Etat)

Domicile (nom de l'Etat)

no de téléphone

01.53.83.94.00

no de télécopieur

01.45.63.83.33

no de téléimprimeur

3. Observations complémentaires, le cas échéant:

La nouvelle adresse indiquée sur la Demande a été considérée comme un changement sous la règle 92bis. En cas de désaccord, veuillez notifier le bureau international immédiatement.

4. Une copie de cette notification a été envoyée:

☒

à l'office récepteur

☐

aux offices désignés concernés

☐

à l'administration chargée de la recherche internationale

☒

aux offices élus concernés

☒

à l'administration chargée de l'examen préliminaire international

☐

autre destinataire:

Bureau international de l'OMPI
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20, Suisse

no de télécopieur (41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé:

S. Baharlou

no de téléphone (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année) 09 août 1999 (09.08.99)	
Demande internationale no PCT/FR99/00187	Référence du dossier du déposant ou du mandataire B 12981.3 JL
Date du dépôt international (jour/mois/année) 29 janvier 1999 (29.01.99)	Date de priorité (jour/mois/année) 30 janvier 1998 (30.01.98)
Déposant ASPAR, Bernard etc	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:

☒ dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

20 juillet 1999 (20.07.99)

☐ dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection ☒ a été faite

☐ n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20, Suisse

no de télécopieur: (41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé

S. Baharlou

no de téléphone: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 99/00187

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01L21/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EJECKAM F E ET AL: "LATTICE ENGINEERED COMPLIANT SUBSTRATE FOR DEFECT-FREE HETEROEPITAXIAL GROWTH" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 70, no. 13, 31 March 1997, pages 1685-1687, XP000689465 cited in the application see page 1686, column 2, paragraph 2 - page 1687, column 2, paragraph 3	1,8,13, 17,24
A	EP 0 412 002 A (THOMSON CSF) 6 February 1991 see column 3, line 54 - column 5, line 36	1,3-5,8
A	FR 2 681 472 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 19 March 1993 cited in the application see page 3, line 10 - page 9, line 3	1-3,6,7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 April 1999

Date of mailing of the international search report

04/05/1999

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schuermans, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/00187

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0412002 A	06-02-1991	FR 2650704 A	08-02-1991
		JP 3142822 A	18-06-1991
		US 5141894 A	25-08-1992
FR 2681472 A	19-03-1993	EP 0533551 A	24-03-1993
		JP 5211128 A	20-08-1993
		US 5374564 A	20-12-1994

PCT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire B 12981.3 JL	POUR SUITE voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après A DONNER	
Demande internationale n° PCT/FR 99/ 00187	Date du dépôt international(jour/mois/année) 29/01/1999	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) 30/01/1998
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE et al.		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

- a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

- b. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le titre,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'abrégé,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure des dessins à publier avec l'abrégé est la Figure n°

☒ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

1C _____

☐ Aucune des figures n'est à publier.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No

PCT/FR 99/00187

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 H01L21/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EJECKAM F E ET AL: "LATTICE ENGINEERED COMPLIANT SUBSTRATE FOR DEFECT-FREE HETEROEPITAXIAL GROWTH" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 70, no. 13, 31 mars 1997, pages 1685-1687, XP000689465 cité dans la demande voir page 1686, colonne 2, alinéa 2 - page 1687, colonne 2, alinéa 3 ---	1, 8, 13, 17, 24
A	EP 0 412 002 A (THOMSON CSF) 6 février 1991 voir colonne 3, ligne 54 - colonne 5, ligne 36 --- -/--	1, 3-5, 8

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 avril 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/05/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tél. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Schuermans, N

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 681 472 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 19 mars 1993 cité dans la demande voir page 3, ligne 10 - page 9, ligne 3 -----	1-3,6,7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 99/00187

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0412002 A	06-02-1991	FR 2650704 A	08-02-1991
		JP 3142822 A	18-06-1991
		US 5141894 A	25-08-1992
FR 2681472 A	19-03-1993	EP 0533551 A	24-03-1993
		JP 5211128 A	20-08-1993
		US 5374564 A	20-12-1994

THIS PAGE BLANK (USPTO)